



ГАБЫШЕВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ
Доктор биологических наук. Альголог-гидробиолог.
Автор 120 печатных работ.
Область научных интересов - биоразнообразие
и пространственная структура водорослей
Восточной Сибири.



ГАБЫШЕВА ОЛЬГА ИВАНОВНА
Гидрохимик-аналитик.
Автор 50 печатных работ.
Область научных интересов - химический состав
и физические свойства поверхностных вод
водоемов криолитозоны Якутии.

ФИТОПЛАНКТОН КРУПНЫХ РЕК ЯКУТИИ И
СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В.А. ГАБЫШЕВ О.И. ГАБЫШЕВА

ФИТОПЛАНКТОН КРУПНЫХ РЕК ЯКУТИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ





РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КРИОЛИТОЗОНЫ

Габышев Виктор Александрович,
Габышева Ольга Ивановна

ФИТОПЛАНКТОН КРУПНЫХ РЕК ЯКУТИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Монография

*С благодарностью моему отцу, идейному вдохновителю этого труда,
без его помощи, мне не удалось бы собрать тот обширный полевой
материал, который послужил основой настоящей работы.*

Новосибирск
2018

УДК 574.52
ББК 28.082(253.5, 21)
Г12

*Отв. редактор Корнева Людмила Генриховна
доктор биологических наук, доцент, заведующая лабораторией альгологии
Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН*

Рецензенты:

Бондаренко Н.А., доктор биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологии водных беспозвоночных Лимнологического института СО РАН;
Комулайнен С.Ф., доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии КарНЦ РАН.

Габышев В.А., Габышева О.И.

Г12 Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири: Монография; [под ред. Л.Г. Корневой]. Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2018. – 414 с.

ISBN 978-5-4379-0567-8

В монографии впервые проведено обобщение всех имеющихся данных о фитопланктоне 12 наиболее крупных рек Восточной Сибири – Алдан, Анабар, Лена, Оленёк, Яна, Индигирка, Колыма, Вилюй, Чара, Олёкма, Витим, Амга. Идентифицировано 1637 таксонов видового и внутривидового ранга, из них 768 являются новыми для флоры планктона исследованных рек. Впервые приводится подробная характеристика физико-химических показателей их вод. С применением современных методов статистического анализа определены основные закономерности формирования флористической и ценотической структуры фитопланктона крупных субарктических рек. Установлено, что в крупных олиготрофных реках высоких широт, флористическая и ценотическая структура фитопланктона главным образом определяется гидрологическими и морфометрическими особенностями, а не физико-химическими свойствами вод. Основными факторами, определяющими видовое богатство фитопланктона, являются климатические, гидрологические условия, а также площадь речного бассейна.

Монография рассчитана на специалистов альгологов, гидробиологов, экологов.

Рекомендовано к изданию ученым советом Института биологических проблем криолитозоны СО РАН

ББК 28.082(253.5, 21)

© Габышев В.А., Габышева О.И., 2018 г.
© Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
© АНС «СибАК», 2018 г.

Gabyshev V.A., Gabysheva O.I. Phytoplankton of the largest rivers of Yakutia and adjacent territories of Eastern Siberia. - Novosibirsk: SibAk, 2018. – 414 p.

The book is first summary of all available data on the phytoplankton of the 12 largest rivers of Eastern Siberia – Aldan, Anabar, Lena, Olenek, Yana, Indigirka, Kolyma, Viluy, Chara, Olekma, Vitim, Amga. It was identifying 1637 taxa belonging to species and subspecies, of which 768 are new for the plankton flora of the investigated rivers. For the first time a detailed chemical composition and physical parameters of their waters is given. The basic patterns of the spatial structure of phytoplankton of largest subarctic rivers were determined using Principle Component Analysis (PCA), Canonical-Correlation Analysis (CCA), Discriminant Function Analysis (DFA), Factor Analysis, Logit Regressive Analysis, Cluster Analysis. It was found that for largest oligotrophic rivers of polar latitudes the spatial structure of the phytoplankton generally occurs under the hydrological and morphometric features, rather than physicochemical water properties. The main factors determining the species richness of phytoplankton are climatic, hydrological conditions, and also the river basin area.

The book is targeted at algologist, hydrobiologist, ecologist.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	7
Глава 1. Материал и методы исследований	9
Глава 2. Характеристика района исследований	13
2.1. Природная зональность, климат и почвы	13
2.2. Характеристика рек	13
2.2.1. Общие сведения, морфометрия и гидрология ...	14
2.2.2. Физико–химические параметры	39
Глава 3. Обзор состояния изученности водорослей крупных рек Восточной Сибири	43
Глава 4. Пространственное распределение фитопланктона по продольному профилю исследованных рек	54
4.1. Река Лена	54
4.2. Река Алдан	67
4.3. Река Вилюй	76
4.4. Река Витим	87
4.5. Река Олёкма	95
4.6. Река Чара	102
4.7. Река Амга	110
4.8. Река Колыма	117
4.9. Река Индигирка	131
4.10. Река Яна	141

4.11. Река Оленёк	150
4.12. Река Анабар	157
4.13. Фитопланктон исследованных рек в свете основных концепций пространственного распределения гидробионтов в проточных водоемах	164
Заключение к главе	169
Глава 5. Экотопологический анализ и пространственная дифференциация фитопланктона исследованных рек	172
5.1. Общая таксономическая характеристика исследованной флоры	172
5.2. Сравнительный анализ флоры исследованных рек	177
5.3. Сравнительная эколого–географическая характеристика фитопланктона	185
5.4. Оценка качества вод исследованных рек по фитопланктону	189
5.5. Особенности экотопологической структуры фитопланктона рек региона	193
5.5.1. Развитие фитопланктона на участках рек с различными гидрологическими условиями	193
5.5.2. Фитопланктон рек различных бассейнов	203
5.6. Основные черты фитопланктона крупных рек Восточной, Средней и Западной Сибири	213
Заключение к главе	217

Глава 6. Влияние основных абиотических факторов на фитопланктон крупных рек Восточной Сибири	221
6.1. Кластеризация наблюдений и поиск латентных групп .	223
6.2. Анализ сопряженности качественных переменных и проверка гипотезы о нормальности количественных переменных исследуемого массива	233
6.3. Логистический регрессионный анализ	234
6.4. Пошаговый дискриминантный анализ	246
6.5. Факторный анализ	259
6.6. Канонический корреляционный анализ	266
Заключение к главе	281
Общее заключение	285
Список литературы	287
Приложение 1	305
Приложение 2	379
Приложение 3	402

ВВЕДЕНИЕ

Восточная Сибирь обладает густой речной сетью, только на территории Якутии по разным оценкам протекает от 300 до 700 тыс. рек общей длиной от 1 до 2 млн. км [163, 229]. Все крупные реки Восточной Сибири относятся к бассейну Северного Ледовитого океана и протекают преимущественно в меридиональном направлении. В силу значительной их протяженности они пересекают разнообразные почвенно–растительные зоны и географические пояса, характеризуются неоднородностью гидрологических и морфометрических условий. Благодаря этому крупные реки объединяют множество разнообразных биотопов, аккумулируя в составе фитопланктона широкий спектр биологического разнообразия [126], и представляют собой уникальные объекты для изучения закономерностей речного континуума. В связи с тем, что регион удален от крупных научных центров и труднодоступен для исследователей, водоросли даже наиболее крупных рек Восточной Сибири до сих пор остаются слабоизученными. Вопросы пространственной структуры сообществ фитопланктона, достаточно хорошо разработанные для крупных рек европейских регионов России [127, 173], Западной [150, 156], Средней [174] и Южной [11] Сибири, для рек Восточной Сибири ограничиваются немногочисленными результатами [46, 47, 51, 120, 181]. Имеющиеся на настоящий момент данные о водорослях крупных рек исследуемого региона скудны и фрагментарны. Последние сводки о водорослях водоемов Якутии [33, 35, 277], основанные на этих данных, носят чисто флористический характер.

Большая часть крупных рек Восточной Сибири (в отличие от таковых рек Западной Сибири и европейской части России) до сих пор сохраняют незарегулированный природный сток. Они в разной степени подвержены антропогенному воздействию, но большинство из них сохраняют статус нетрансформированных или слабо трансформированных.

В связи с ускорившимся в последние годы темпом хозяйственного освоения региона возникает необходимость всестороннего изучения основных компонентов водной экосистемы, и прежде всего фитопланктона, как базового элемента трофических сетей и показателя качества вод.

Кроме ценности научных данных о биологическом разнообразии и экологии планктонных водорослей, полученные результаты будут необходимы для организации биологического мониторинга в будущем.

Цель настоящего исследования, на примере рек Восточной Сибири, определить основные закономерности формирования флористической и ценотической структуры фитопланктона крупных субарктических

рек, пересекающих различные природные зоны и различающихся по морфометрическим и гидрологическим условиям.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- 1) провести таксономический и эколого-географический анализ фитопланктона крупных рек региона;
- 2) определить особенности количественного развития водорослей планктона;
- 3) выявить основные абиотические факторы, влияющие на структуру фитопланктонных комплексов;
- 4) установить закономерности формирования структуры фитопланктона исследованных рек в условиях речного континуума.

ГЛАВА 1.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследования послужили результаты полевых наблюдений, выполненных в период 1994–2011 гг. на 12 наиболее крупных реках Восточной Сибири, протекающих по территории Якутии, Бурятии, Магаданской, Амурской, Иркутской областей и Забайкальского края (рр. Лена, Вилюй, Колыма, Алдан, Оленёк, Витим, Индигирка, Амга, Олёкма, Анабар, Яна и Чара). Большинство рек были обследованы в маршрутном порядке во время сплавов. Наблюдения проводились в период летней межени (начало первой декады июня – конец августа). Собрано и обработано более 1700 проб фитопланктона. Пробы отбирались в прибрежье рек, либо по фарватеру из поверхностного горизонта воды (0–0.3 м). Пункты отбора проб расположены как в основном русле исследованных рек, так и в районе устьев наиболее крупных притоков.

В работе использованы единые, общепринятые унифицированные методики сбора и обработки альгологического материала [36, 88, 107, 126, 129, 145, 198, 219]. Образцы для изучения количественного развития фитопланктона объемом 1.5 л концентрированы на мембранных фильтрах SARTORIUS (диаметр пор 1.2 мкм) путем фильтрации под избыточным давлением при помощи устройства для сгущения фитопланктона собственной конструкции [57]. Отбор проб на качественный состав произведен планктонной сетью Апштейна, изготовленной из фильтровальной ткани SEFAR NITEX с ячейей размером 30 мкм. Определение видового состава проводилось преимущественно на фиксированном материале. Пробы фитопланктона фиксировались 40 %-м раствором формальдегида в соотношении 1:10. Также использовался раствор йода с йодидом калия, который добавлялся в соотношении 1:5 [36]. Микроскопирование препаратов выполнено с применением микроскопа Olympus BH-2. Подсчёт численности клеток водорослей осуществлён на счётной камере Нажотта объемом 0.01 см³. Объём клеток водорослей определён стереометрическим методом и рассчитан по данным собственных измерений клеток [93, 130, 142]. Для идентификации диатомовых водорослей было изготовлено около 700 постоянных препаратов путем прокаливания створок и помещения их в синтетическую смолу BIO MOUNT.

Основываясь на определении понятия «фитопланктон» Н.Н. Вороникина [41], учитывались все виды водорослей, встречающиеся в толще воды [129]. Сведения об экологической принадлежности

водорослей приведены по работе С.С. Бариновой и др. [15]. Анализ флористического состава водорослей выполнен с применением системы принятой С.П. Вассер и др. [36], с уточнением по указанным ниже отделам. Bacillariophyta – согласно системы, предложенной отечественными диатомологами З.И. Глезер, Н.И. Караевой, И.В. Макаровой, А.И. Моисеевой и В.А. Николаевым [95]; Xanthophyta – согласно сводки И.И. Васильевой [23]; Chrysophyta – К. Starmach [272].

Анализ таксономической структуры фитопланктона проведен с использованием методов, принятых в сравнительной флористике [143, 233]. Для того, чтобы получить более полную информацию о соотношении числа видов и родов в изучаемой флоре, использована зависимость Виллиса [280, 281]. Для флор планктона исследованных рек построены гиперболы виллисовского распределения, их аппроксимация выполнена в программном пакете Table Curve 2D с применением линейного уравнения вида:

$$y = a \cdot x^b,$$

где: a (константа пересечения) и b (порядок гиперболы) – коэффициенты аппроксимации, которые включены нами в анализ в качестве флористических показателей. Иерархический кластерный анализ выполнен с применением программного пакета анализа данных PAST [248]. Для оценки флористического сходства использован коэффициент Серенсена (S) [270].

Определение значения отдельных видов в формировании сообществ фитопланктона исследованных рек применен метод относительной частоты встречаемости вида (A) [238]. На основе этих данных, виды объединены в группы активности в соответствии со следующей шкалой: особо активные (с частотой встречаемости $\geq 75\%$), высокоактивные ($\geq 50\%$ и $< 75\%$), среднеактивные ($\geq 23\%$ и $< 50\%$), малоактивные ($\geq 5\%$ и $< 23\%$) и неактивные (менее 5%).

Размерные показатели фитопланктона охарактеризованы с применением четырех критериев: доли мелкоклеточной фракции (размеры клеток равны или менее $50\ \mu\text{м}$, согласно Эрхард Ж.–П. и Сежен Ж. [236]) в общей численности и биомассе, соотношения биомассы и численности для каждой пробы и среднего арифметического значения объема клетки в пробе.

Для оценки биологического разнообразия водорослей использовали индекс Шеннона–Уивера (Hb) [257]. При оценке качества воды исследованных рек, рассчитывался индекс сапробности (S) по формуле Пантле и Букка [262]. Для проведения комплексной оценки качества воды использована классификация О.П. Оксийук и др. [165].

Одновременно с отбором альгологического материала и по единым пунктам наблюдений проводился отбор гидрохимических проб. Их фиксирование в полевых условиях и последующий анализ, выполнены по общепринятым методикам [3, 205]. Компоненты газового режима (O_2 , БПК₅, CO_2) и некоторые физические показатели (прозрачность, взвешенные вещества) определены на месте отбора проб. Содержание остальных химических компонентов выявлено в лабораторных условиях.

Основные климатические показатели, такие как температура воздуха, атмосферные осадки и индекс динамики местообитаний (Dynamic Habitat Index – ДИ [243]), получены из открытого ГИС-портала www.worldclim.org. Сведения о густоте речной сети и коэффициенте озерности взяты из гидрологических справочников [189, 190].

Для изучения связи абиотических факторов среды и показателей развития фитопланктона, последовательно применяли логистический регрессионный, пошаговый дискриминантный, факторный и канонический корреляционный анализы [8, 138, 220, 251]. Для проверки нулевой гипотезы о том, что генеральная совокупность выборки подчиняется нормальному распределению, использовали 4 критерия: Шапиро–Уилка, Колмогорова–Смирнова, Крамера фон Мизеса и Андерсона–Дарлинга [87], а для кластеризации наблюдений – евклидово расстояние с применением алгоритма Варда [103]. Анализ сопряженности градаций качественных группирующих переменных выполнен с применением V-критерия Крамера [7, 148]. Для устранения доминирования признаков с максимальными числовыми значениями в процессе кластеризации, проведена процедура стандартизации [140]. При проверке статистических гипотез критический уровень статистической значимости принимался равным 5%. Все статистические вычисления и графический анализ данных выполнены в программных пакетах SAS 9.3 и STATISTICA 10.

В статистическом анализе использован массив данных, включающий 65 переменных, 62 из которых количественные, и 3 качественные дискретные группирующие переменные. Количественные переменные представляют 33 параметра фитопланктона (видовое богатство, количественное развитие, флористические и размерные показатели); и 29 – окружающей среды (гидрологические, морфометрические и климатические параметры, физико-химические показатели вод и географические координаты пункта наблюдений). В массив включены только 303 наблюдения, по которым отсутствовали пропуски, которые недопустимы при статистической обработке данных. Группирующие переменные объединяли наблюдения по 12-ти исследованным рекам и 6-ти географическим приуроченностям, которым

придавали следующие значения: ЗПБ – реки с заполярным бассейном (Оленёк, Анабар); ПреимЗПБ – большая часть бассейна реки севернее Полярного Круга (Яна, Индигирка); ЦентрСиб – реки центральной части региона (Алдан, Амга); ЮжСиб – реки юга региона (Чара, Олёкма, Витим); Широтн – река протекает в широтном направлении (Вилюй); КрТанз – наиболее крупные транзитные реки, пересекающие все географические пояса и растительные зоны региона (Колыма, Лена).

ГЛАВА 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Природная зональность, климат и почвы

Восточной Сибирью принято называть азиатскую территорию России к востоку от бассейна Енисея [83]. С севера территория района исследований омывается морями Лаптевых и Восточно-Сибирским, с запада ограничена водораздельной частью Средне-Сибирского плоскогорья, на юге горными системами Станового нагорья и Станового хребта, с юго-востока Юдомо-Майским нагорьем и южными отрогами систем Верхоянского хребта, с востока Колымским хребтом [84]. Территория региона занимает два природных географических пояса – арктический и субарктический, и три природные зоны – тундры, лесотундры и тайги, а также горные ландшафты. Распространение многолетнемерзлых пород – сплошное (слитное) севернее широты Вилюя и прерывистое, островное в южной половине [94]. Характерной особенностью мерзлотных почв является их широко распространенная засоленность [96].

Основные черты климата Восточной Сибири – ясная, суровая, малоснежная, устойчивая и продолжительная зима и довольно засушливое, короткое и жаркое лето. В Оймяконской котловине, а также Янской междугорной впадине минимальные температуры достигают рекордных значений в северном полушарии: -71°C в Оймяконе и -68°C в Верхоянске [110]. На юге региона в районе прииска им. XI лет Октября в верхнем течении р. Калар (приток Витима) находится второй полюс холода, с абсолютным температурным минимумом -64°C [235].

На преобладающей части территории количество осадков не превышает 200–400 мм в год. На севере, в Приморской низменности, годовая их сумма не превышает 100 мм. Несколько обильнее осадки на юге региона, где годовая сумма их достигает 600–700 мм, а местами и 1200 мм [5]. Большая часть осадков (70–80 %) выпадает летом в виде дождей, носящих обычно обложной характер.

2.2. Характеристика рек

Исследованные водные объекты представляют собой 12 наиболее крупных рек Восточной Сибири, которые принадлежат бассейну Северного Ледовитого океана (рис. 1). Изучение фитопланктона этих

рек проводилось на территории Якутии, Бурятии, Магаданской, Амурской, Иркутской областей и Забайкальского края. Район работ простирается в широтном направлении от 106°53' до 160°58' в.д., и в меридиональном – от 56°13' до 73°10' с.ш. Расстояние по прямой (ортодромия) между наиболее удаленными друг от друга пунктами наблюдений (на реках Витим и Колыма) составляет 2600 км. Общая протяженность всех обследованных участков рек достигает более 17 тыс. км.



Рисунок 1. Район исследований (выделены участки рек, на которых проведены собственные наблюдения)

Все исследованные реки принадлежат к шести основным бассейнам (в ряду по уменьшению площади): бассейну р. Лены, Колымы, Индигирки, Яны, Оленёка и Анабара.

2.2.1. Общие сведения, морфометрия и гидрология

Суровый климат и вечная мерзлота определяют своеобразие режима вод территории Восточной Сибири. При полной непроницаемости мерзлых грунтов, малых потерях на фильтрацию и испарение поверхностный сток здесь сравнительно высок, несмотря на малое количество атмосферных осадков. Вечная мерзлота является причиной слабого питания рек грунтовыми водами и широкого распространения явления перемерзания, а также образования наледей [6].

Река Лена крупнейшая река Восточной Сибири, берет начало на западном склоне Байкальского хребта, в 7 км от западного берега Байкала, до г. Якутска течет в основном на северо–восток, а ниже, вплоть до устья – в меридиональном направлении; впадая в море Лаптевых, образует обширную дельту (рис. 2). Длина реки 4270 км, площадь бассейна 2420 тыс. км² [229]. По объему суммарного годового стока р. Лена среди рек России уступает лишь Енисею. Питание реки снеговое и дождевое.

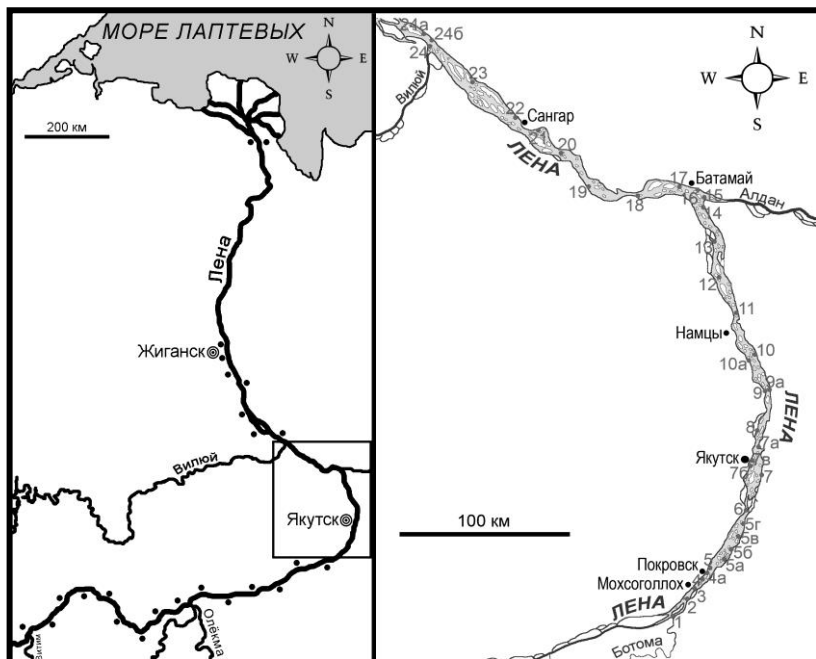


Рисунок 2. Точки наблюдений на р. Лена

В соответствии с морфометрией исследованная часть реки условно разделена на пять участков.

Участок А начинается от устья р. Витим и простирается до впадения р. Ботома. Протяженность участка 1100 км. Река протекает здесь преимущественно единым руслом, острова редки. Берега и дно – преимущественно сложены мелкой и крупной галькой. Значения скорости течения в период наблюдений изменялись в пределах 1.4–2.1 м/с, прозрачности – 0.8–1.2 м.

Участок В длиной 460 км – от устья р. Ботомы до впадения р. Вилой. На этом участке реки появляются многочисленные острова, берега и дно преимущественно песчаные. Скорость течения до 1.3–1.7 м/с, прозрачность варьировала в течение периода открытой воды от 0.2 до 1.1 м.

Участок С длиной 350 км – от устья р. Вилой до пос. Жиганск. Этот участок реки характеризуется наибольшим количеством островов и проток. Ширина русла вместе с островами местами достигает на этом участке реки 25 км. Берега и дно сложены преимущественно песком с примесью ила. Скорость течения варьировала в период наблюдений от 1.4 до 1.7 м/с, прозрачность – от 1.1 до 1.4 м.

Участок D длиной 735 км – от пос. Жиганск до острова Столб, т. е. до разделения на рукава дельты. Река на этом участке протекает единым руслом, острова редки. Глубины постепенно возрастают и в нижней части участка достигают нескольких десятков метров. Берега и дно сложены песчано–илистой смесью.

Участок E представляет собой дельту р. Лены, которая имеет площадь 30000 км² и образована множеством протоков, наиболее крупные из которых – Быковская, Оленекская и Трофимовская. Длина Быковской протоки 110 км.

Среднее течение р. Лены представляет собой одну из наиболее густо заселенных территорий Восточной Сибири. В бассейне среднего течения реки сосредоточены крупные объекты хозяйственной деятельности. В 2008 году через русло р. Лены в районе г. Олёкминска произведен подводный переход крупнейшего в Восточной Сибири нефтепровода системы Восточная Сибирь – Тихий Океан. На территории дельты реки расположен Усть–Ленский государственный заповедник.

Река Алдан – самый крупный приток р. Лены, по длине и площади водосбора входит в число 15 крупнейших рек Азиатского субконтинента. Длина реки составляет 2273 км, площадь бассейна – 729 тыс. км². По водности Алдан занимает шестое место среди рек бывшего СССР, его средний годовой расход воды в устье – 5060 м³/с [38]. Истоки Алдана находятся на водоразделе, образованном Становым хребтом [229].

Питание реки происходит преимущественно от весеннего таяния снегов и в меньшей мере от выпадающих летом дождей. Грунтовое питание в водном балансе реки имеет сравнительно небольшое значение.

В отличие от Витима и отчасти Олекмы, режим которых близок к режиму рек Дальнего Востока, Алдан относится к группе рек восточносибирского типа режима [214]. Амплитуда колебания его уровня воды составляет 7–10 м.

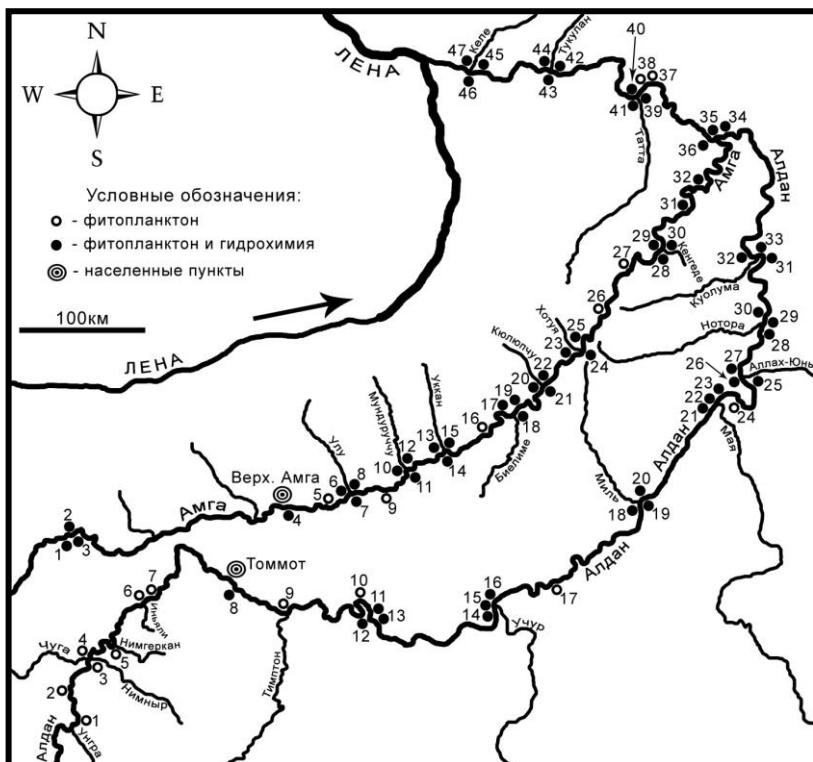


Рисунок 3. Пункты наблюдений на реках Алдан и Амга

Ледостав наступает в конце октября. Весенний ледоход наблюдается в конце второй декады мая. Продолжительность безледного периода составляет 130 дней. На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик р. Алдан условно разделяют на три участка.

Верхний участок – от устья р. Унгра до пос. Томмот длиной 340 км (рис. 3). Русло Алдана здесь устойчивое, острова встречаются редко, берега и дно крупногалечные. От устья р. Тускамыр до устья р. Иньяли (190 км) Алдан течет «в трубе» с каменистым ложем. Скорость течения, согласно результатам собственных наблюдений достигает 0.7–0.8 м/с. Средняя для участка температура воды во время отбора проб составляла 20.6° С.

Средний участок – от пос. Томмот до устья р. Мая длиной 753 км. Скорость течения меняется в пределах 0.6–1.5 м/с. До устья р. Учур

река протекает среди Алданского нагорья. Берега здесь высокие и крутые, русло узкое, часты каменистые перекаты. После устья Учюра долина реки расширяется, русло разбивается частыми островами. По правому борту долины продолжается Алданское нагорье, левый борт выходит на равнину алдано–амгинского междуречья. Прозрачность воды на этом участке составляла 0.7 м, средняя температура воды была 16.4° С.

Нижний участок – от устья р. Мая до впадения Алдана в Лену длиной 851 км. Река сохраняет здесь особенность, проявившуюся на предыдущем участке – правая часть бассейна горная, здесь расположены хребты Сетте–Дабан и Верхоаянский. Левая часть представляет собой обширную низину, сложенную рыхлыми глинистыми песками. Прозрачность воды не превышала 0.7–0.9 м. Скорость течения меняется от 0.4 м/с на плесах до 3.6 м/с на перекатах. Температура воды в среднем для участка составляла 18.6° С.

На притоках Алдана в течение нескольких десятилетий проводится добыча золота. В настоящее время на территории бассейна реки реализуется крупный проект по созданию Южно–Якутского промышленного района, в состав которого войдут производства нефтехимической переработки. Для обеспечения энергетических потребностей развивающейся промышленности на р. Алдан и ее притоках планируется создание каскада ГЭС.

Река Вилюй – самый крупный левый приток р. Лены. Длина реки составляет 2650 км, площадь бассейна – 454 тыс. км² [229]. Вилюй одна из немногих рек Восточной Сибири, протекающая в широтном направлении по Среднесибирскому плоскогорью, в нижнем течении – по Центральноякутской равнине. Питание Вилюя в основном снеговое. Сток реки зарегулирован, на реке образован каскад из двух водохранилищ. В 1965–67 годах было создано Вилюйское водохранилище – крупный по площади и объему водоем на территории Якутии и одно из крупнейших водохранилищ Сибири, а в 1986 г. – Светлинское водохранилище.

На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик, исследованная часть реки условно разделена на пять участков.

глубина – 50 м, ширина – около 500 м, – до 900 м на участках с островами, емкость – около 1 км³ (рис. 4). В верхней зоне водохранилища, в пределах 20–30 км ниже плотины Вилюйской ГЭС, скорость течения составляет 0.8–1.5 м/с, далее течение практически отсутствует. Прозрачность воды по диску Секки составляла 1.7–2.4 м, а температура воды колебалась от 4.0°С в верхней зоне, до 8.2°С в нижней зоне (перед плотинной Светлинской ГЭС) и до 14.6°С в устье р. Улахан Ботубуя. Термический режим Светлинского водохранилища находится под влиянием глубинного сброса холодных вод Вилюйского водохранилища через плотину.

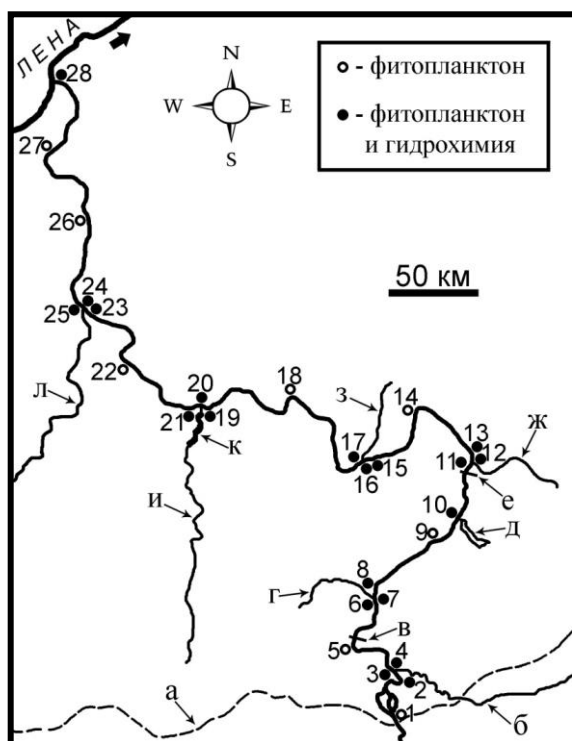
Средний участок р. Вилюй длиной 653 км – от плотины Светлинской ГЭС до устья р. Марха. Скорость течения на этом участке реки составляет 1.0–1.4 м/с, и лишь непосредственно ниже плотины ГЭС – достигает 1.7 м/с. Ширина русла достигает 600 м, острова редки. Берега и дно сложены преимущественно галькой. Прозрачность воды р. Вилюй на этом участке изменялась от 1.3 до 2.3 м, средняя температура воды составляла 13.1°С.

Нижний участок – от впадения р. Марха до устья, длиной 516 км. Ширина русла здесь изменяется от 300 м до 2.5 км, имеются песчаные острова, косы и отмели. В сложении берегов и русла, начиная от устья р. Марха, наряду с галькой появляется значительная примесь песка, а ниже пос. Верхневилуиск – грунты песчаные. Прозрачность воды и скорость течения сохраняются примерно на том же уровне, что и на предыдущем участке реки, соответственно – 1.1–1.8 м и 0.9–1.5 м/с. Температура воды в среднем для участка – 15.3°С.

В бассейне реки с середины прошлого века проводится добыча полезных ископаемых (алмазы, нефть, газ). В бассейне реки в период 1974–1987 гг. была произведена серия мирных подземных ядерных взрывов, часть из которых признана впоследствии аварийными. В результате двух из них – «Кристалл» и «Кратон-3» – произошло загрязнение окружающей среды продуктами ядерного деления. Над территорией бассейна р. Вилюй в штатном режиме сбрасывались первые ступени ракет, запускаемых из космодрома "Свободный", с невыработанным токсичным топливом (гептил). Бассейн р. Вилюй является одним из наиболее густо заселенных территорий Восточной Сибири, здесь проложена сеть автодорог, интенсивно развито судоходство. Очистные сооружения в населенных пунктах, расположенных по берегам реки, отсутствуют.

Река Витим – один из крупных правых притоков р. Лены в её верхнем течении. Длина реки 1916 км, площадь бассейна 227.2 тыс. км² [229]. Витим образуется слиянием рек Витимкана и Чины, берет

начало на склонах Икатского хребта. Среднегодовой расход воды Витима в устье составляет 2000 м³/с. Питание реки происходит в основном за счет дождей. Снеговое питание, вследствие малых запасов снега в бассейне, играет второстепенную роль, грунтовое питание ещё более скудное. Водный режим Витима аналогичен рекам Дальнего Востока: в теплую часть года на реке отмечается растянутое половодье, обусловленное серией паводочных волн, образовавшихся за счет дождей. Амплитуда колебания уровня воды достигает 10–12 м [214]. На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик исследованная часть реки условно разделена на три участка (рис. 5).



Примечание: а – трасса БАМ; б – р. Куунда; в – Парамский порог; г – р. Янгуда; д – оз. Орон; е – Делюн-Оронский порог; ж – р. Амалык; з – р. Олонгро; и – р. Мамакан; к – Мамаканское водохранилище; л – р. Мама.

Рисунок 5. Пункты наблюдений на р. Витим

Участок А начинается от мостового перехода БАМа через р. Витим и простирается до Парамского порога. Протяженность участка – 80 км. Витим здесь протекает по Муйско–Куандинской котловине. Долина реки широкая и низкая, заболоченная. Русло разделяется на три крупных рукава, и ширина реки вместе с протоками доходит до 5 км. Скорость течения в верхней части участка достигает 1.5 м/с. Перед тем как уйти в ущелье между хребтами Северо–Муйским и Кодаром, Витим разливается до 2 км в ширину и замедляет течение до 1.0 м/с. Глубина реки небольшая и по фарватеру составляет 3.0–4.5 м. Прозрачность воды по диску Секки составляет 2.2 м. Берега реки и дно ее русла сложены главным образом песком и песчано–илистой смесью. Средняя для участка температура воды по данным собственных наблюдений – 21.3°C.

Участок В длиной 137 км, от Парамского порога до устья правого притока Витима, р. Амалык. На этом участке река пересекает хребты Кодар, Северо–Муйский и Делюн–Оронский. Долина реки резко сужена, русло представляет стремнину с большим количеством шивер, подводных и надводных камней и двумя крупными порогами – Парамским и Делюн–Оронским. Скорость течения высокая – 2.2–3.1 м/с, а местами до 5.5 м/с. Глубина русла меняется от 1.2 до 7 м. Во время отбора полевого материала на этом участке реки, из–за дождей образовалась паводковая волна, и произошел резкий подъем уровня воды р. Витим. Вследствие этого прозрачность и температура воды уменьшились. Так, на станциях, расположенных на участке реки от Парамского порога до устья протоки, впадающей из оз. Орон (где наблюдения велись до начала паводка), эти параметры составляют соответственно 1.4–1.9 м и 19.0–21.1°C, а ниже (во время паводка) – 0.6 м и 15.5°C. В устьях притоков температура воды снижалась от 10.3 до 13.4°C.

Участок С длиной 513 км – от впадения р. Амалык до устья Витима. На этом участке река огибает Патомское нагорье. Долина р. Витим здесь расширяется. Берега и дно преимущественно песчано–галечные. Глубина русла меняется от 2.4 до 10.5 м, ширина – от 320 до 430 м, местами до 850 м. Скорость течения меньше чем на предыдущем участке – от 1.7 м/с на плёсах до 2.8 м/с на перекатах. Прозрачность воды была невысокой – 0.6–0.9 м, температура в среднем для участка составляла 15.3°C, в устьях притоков – 9.4–11.0°C.

Витим обладает значительным потенциалом для гидроэнергетики, на реке планируется строительство каскада ГЭС. В бассейне реки с середины XIX–го столетия проводится добыча золота, разведаны месторождения нефрита и слюды. Участок реки протяженностью около 70 км протекает по территории Витимского государственного заповедника.

Река Олёкма – крупный правый приток р. Лены. Длина реки 1310 км, площадь бассейна 201.2 тыс. км² [229]. Олёкма берет начало в Муройском хребте Олёкминского Становика. Река протекает по горной стране, большей частью имеет глубокую и узкую долину. Олекма по своему режиму занимает промежуточное положение между восточносибирским и дальневосточным типами режима рек. Половодья на реке отмечаются весной и в более позднее время, средний годовой расход воды составляет около 2000 м³/сек, амплитуда колебания уровня достигает 7.5–10 м [214]. Территория бассейна реки характеризуется сплошным распространением вечномерзлых грунтов.

На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик, исследованная часть реки условно разделена на два участка (рис. 6).



Примечание: а – р. Нюкжа; б – р. Хани; в – р. Тунгурча; г – р. Тас-Миеле; д – р. Тас-Хайко; е – р. Орюс-Миеле; ж – верхний кордон заповедника; з – р. Крестях; и – нижний кордон заповедника; к – р. Тиган; л – р. Чара.

Рисунок 6. Пункты наблюдений на р. Олекме

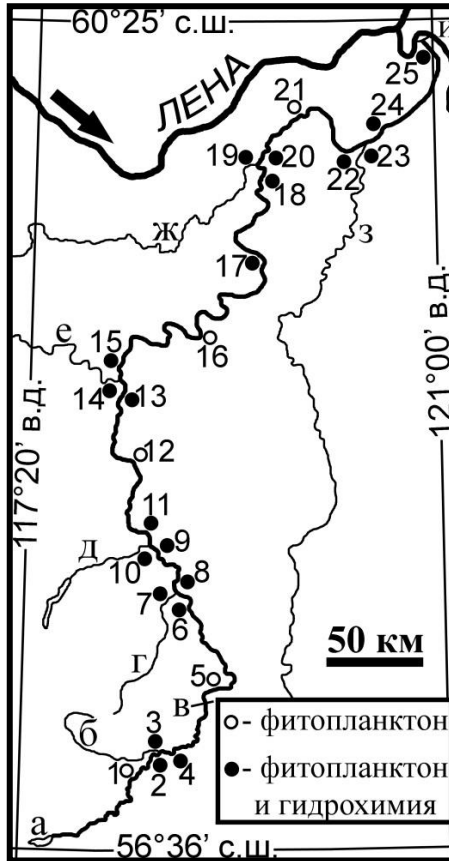
Участок А начинается от впадения р. Нюкжи и простирается до устья р. Тас–Миеле. Общая длина участка – 253 км. На протяжении первых 75 км участка А Олёкма огибает отроги Северного Дырындинского и Станового хребтов. Скорость течения здесь – до 1.2 м/с. Ниже устья р. Хани река входит в ущелье между хребтами Каларским, Становым и Удокан, долина резко сужается и приобретает характер каньона. Русло представляет стремнину с большим количеством крупных порогов, где скорость течения высокая – 1.7–2.2 м/с, а местами – до 5.5 м/с. Глубина реки по фарватеру достигает 3 м. Прозрачность воды по диску Секки составляет 2.5–2.9 м. Берега реки и дно ее русла сложены главным образом галькой в ущелье – крупными валунами. Температура воды колебалась по пунктам наблюдений от 16.3 до 22.2°C, а в устьях притоков снижалась до 13.3–15.5°C.

Участок В длиной 385 км – от впадения р. Тас–Миеле до устья Олёкмы. На этом участке река покидает ущелье и огибает сначала Чугинское, а затем Олёкмо–Чарское плоскогорья, а перед впадением в р. Лену протекает по Приленскому плато. Долина реки расширяется, берега и дно преимущественно галечные, а в нижней части участка – с примесью песка. Скорость течения меньше, чем на предыдущем участке – от 0.9 до 1.5 м/с, и снижается по направлению к устью реки. Глубина русла меняется от 1.9 до 6.4 м. Прозрачность воды варьировала от 2.0 до 2.5 м, а в устьях притоков понижалась до 1.3–1.5 м. Температура воды варьирует от 16.3 до 18.4°C, в устьях притоков – 10.4–14.2°C.

В бассейне реки работает ряд предприятий добывающей промышленности, в том числе крупный Олёкминский горно–обогатительный комбинат по добыче железной и титановой руд. В рамках регионального проекта по созданию Южно–Якутского промышленного района в бассейне реки планируется прокладка магистрального газопровода. Участок р. Олёкмы протяженностью 130 км расположен на территории Олёкминского государственного заповедника.

Река Чара – крупный приток р. Лены второго порядка. Длина реки 851 км, площадь бассейна 87.6 тыс. км² [229]. Чара берёт начало из оз. Бол. Леприндо, расположенного на южном склоне хребта Кодар, и впадает в р. Олёкму. Средний годовой расход воды в устье реки составляет 850 м³/с [214]. Территория бассейна реки характеризуется сплошным распространением вечномерзлых грунтов. В бассейне Чары находится Кодарский ледниковый район, единственный на юге Восточной Сибири. Питание реки дождевое, снеговое и ледниковое.

На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик, исследованная часть реки условно разделена на три участка (рис. 7).



Примечание: а – оз. Бол. Лепиндо; б – р. Апсат; в – Сулуматский порог; г – р. Бол. Тора; д – р. Сень; е – р. Жуя; ж – р. Молбо; з – р. Токко; и – р. Олёкма.

Рисунок 7. Пункты наблюдений на р. Чаре

Участок А начинается от пос. Чара, и простирается до Сулуматского порога. Протяженность участка – 110 км. Чара здесь протекает по Верхнечарской котловине. Долина широкая и низкая, заболоченная. Русло образует меандры. Скорость течения меняется от 1.3 до 1.5 м/с. Глубина реки небольшая и по фарватеру составляет 1.5–2.5 м. Прозрачность воды 1.1–1.2 м по диску Секки, в устье притока (р. Апсат) – 2.2 м. Берега реки и дно ее русла сложены главным образом песком и песчано-илистой смесью. Средняя для участка температура воды составляла 5.5°C.

Участок В длиной 241 км, от Сулуматского порога до устья левого притока Чары, р. Жуя. В верхней части участка река пересекает хребет Кодар. Долина реки резко сужена, русло представляет собой стремнину с каскадом крупных порогов. Скорость течения местами достигает 5.5 м/с. В районе устья р. Сень долина Чары расширяется, река покидает ущелье и протекает по краю Олёкмо–Чарского плоскогорья. Здесь в русле встречаются шиверы, подводные и надводные камни, скорость течения снижается до 1.9–2.5 м/с. Прозрачность воды меняется от 1.2 до 1.9 м, а в районе устья р. Жуя падает до 0.6 м. Глубина небольшая – до 2 м. Средняя температура воды – 5.8°C. По берегам реки часты наледи.

Участок С длиной 411 км – от впадения р. Жуя до устья Чары. На этом участке река огибает Олёкмо–Чарское плоскогорье, а перед впадением в р. Олёкму протекает по Приленскому плато. Долина р. Чары здесь ещё более расширяется. Берега и дно преимущественно песчано–галечные, местами заиленные. Глубина русла меняется от 2.7 до 9.5 м. Скорость течения меньше, чем на предыдущем участке – 0.9–2.6 м/с, и снижается по направлению к устью реки. Прозрачность воды остается низкой – 0.5–1.1 м, повышаясь в устьях притоков до 1.7–3.3 м. Средняя для участка температура воды составляла 10.2°C, в устьях притоков она повышалась до 12.3–13.9°C.

В бассейне реки ведется разработка месторождений меди, железной руды, каменного угля, золота.

Река Амга – самый большой левый приток Алдана. Длина реки 1360 км, площадь бассейна – 75 тыс. км² [229]. Особенностью бассейна является малая ширина (в среднем около 80 км), что придает ему вид ленты, сжатой водосборами соседних рек Лены и Алдана. Вследствие этого приточная система Амги развита слабо. Притоки Амги большей частью эфемерны и в большинстве пересыхают в период летне–осенней межени. Для Амги характерно чередование мелких перекатов с глубокими протяжёнными спокойными плёсами [194, 195, 197]. Амга считается одной из самых медленнотекущих, среди крупных рек Восточной Сибири, скорость течения составляет 0.3–0.6 м/с. Преобладающее питание р. Амги – снеговое. Несмотря на суровую зиму из–за небольшого грунтового питания река не перемерзает. Толщина ледяного покрова достигает 150–160 см. Период открытой воды достигает 149 дней. Ледоходные периоды и весной и осенью короткие – 5–8 дней. Вскрывается Амга в середине мая. Весенние разливы кратковременные – 3–4, реже 5–7 дней.

Долина Амги в верховьях ограничена возвышенностями, поднимающимися над дном долины до 300 м, с пологими, сглаженными склонами.

Выше впадения р. Тегютте (640 км от устья) местами встречаются береговые обрывы в виде скалистых отвесных стен высотой до 300 м. Правый берег Амги наиболее горист. Ниже устья р. Тегютте в долине Амги появляются пойменные террасы с озерами, аласами, мелкими речками и ручьями с едва заметными плоскими долинами.

На всем протяжении р. Амга, прорезая коренные горные породы, почти не меандрирует. Густота речной сети варьирует в пределах от 0.2 до 0.4 км/м². Воды реки прозрачны до дна.

В соответствии с морфометрией р. Амгу условно разделяют на три участка (рис. 3).

Верхний участок р. Амга – от истока до пос. Верхняя Амга протяженностью 429 км. Скорость течения на этом участке реки в межень 0.6 м/с. Русло реки галечное, река изобилует мелкими перекатами.

Средний участок р. Амга длиной 383 км – от пос. Верхняя Амга до устья р. Биелиме. Скорость течения на этом участке снижается до 0.4 м/с. Протяжённость медленных плёсовых участков увеличивается, а число мелководных перекатов снижается. Русло реки сложено мелкой галькой.

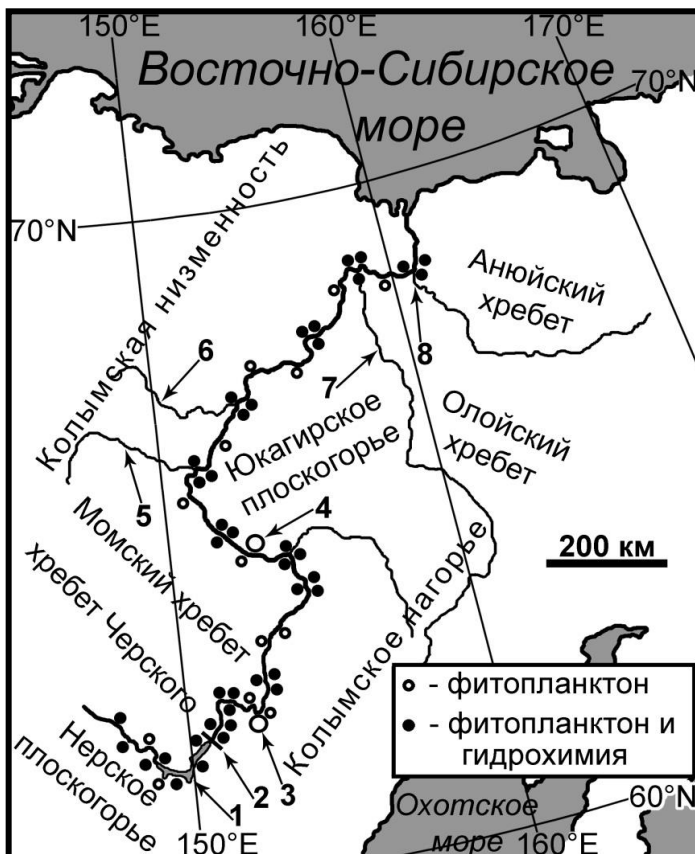
Нижний участок протяженностью 548 км – от устья р. Биелиме до впадения в р. Алдан. Скорость течения здесь ещё несколько падает по сравнению с расположенными выше участками и составляет в среднем 0.3 м/с. Русло реки песчаное, местами – мелкая галька.

В бассейне Амги нет промышленных предприятий, экосистема реки не подвержена техногенному воздействию. Однако после строительства в 2008 г. подводного перехода через Амгу крупного нефтепровода системы ВСТО, возникает риск техногенной аварии в масштабах всей реки.

Колыма – крупная река арктического бассейна Восточной Сибири. Длина реки 2600 км, площадь бассейна 665 тыс. км² [229]. Колыма берет начало в отрогах хребта Черского и протекает в зоне сплошного распространения вечномерзлых грунтов. При впадении в Восточно–Сибирское море река образует обширную дельту, бар. Водный режим ее, в отличие от режима Яны и Индигирки, характеризуется обычными чертами, свойственными рекам Восточной Сибири: высоким весенним половодьем, частыми летними паводками, которые по высоте не достигают размеров весеннего половодья, и низкой зимней меженью. Амплитуда колебания уровня воды на участке нижнего течения достигает 13 м. Средний годовой расход в устье около 3800 м³/с [214]. С начала 30–х годов прошлого века в бассейне реки проводится добыча россыпного золота, угля. Сток

р. Колымы зарегулирован, функционирует Колымская ГЭС, заполнение водохранилища которой началось в 1980 г. Ожидается ввод в строй второй ГЭС, в районе пос. Усть–Среднекан. Участок реки в ее среднем течении протяженностью около 130 км протекает по территории Магаданского государственного заповедника.

На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик исследованная часть реки условно разделена на шесть участков (рис. 8).

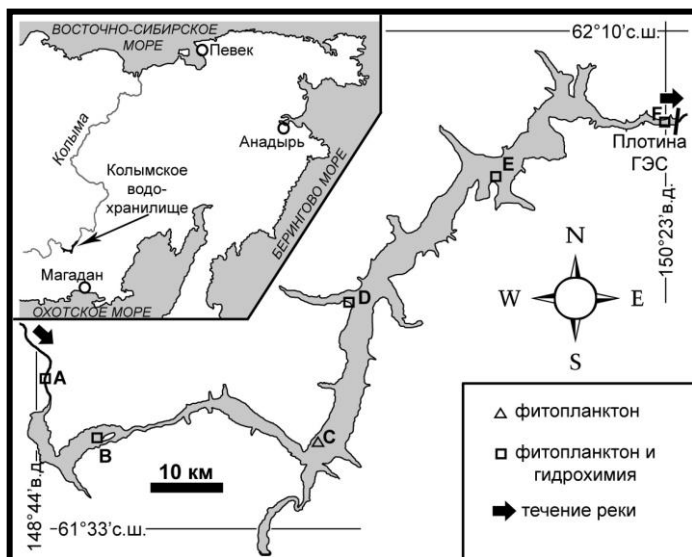


Примечание: 1 – Колымское водохранилище; 2 – плотина Колымской ГЭС; 3 – пос. Усть-Среднекан; 4 – пос. Ороёк; 5 – р. Ожогина; 6 – р. Седедема; 7 – р. Омолон; 8 – р. Ануй).

Рисунок 8. Пункты наблюдений на р. Колыме

Участок А начинается от мостового перехода автотрассы «Тенька» через верховья р. Колымы и простирается до начала верхней зоны Колымского водохранилища. Протяженность участка – 167 км. Река здесь протекает по Нерскому плоскогорью, имеет извилистое русло со множеством рукавов. Глубина реки меняется от 1 м на перекатах до 3 м на плёсах. Скорость течения составляет 1.0–1.5 м/с. Прозрачность воды р. Колымы на этом участке меняется от 1.5 до 2.1 м. Берега реки и дно ее русла сложены, главным образом галькой. Средняя для участка температура воды – 15.8°C.

Участок В длиной 134 км, это собственно Колымское водохранилище (рис. 9). До образования водохранилища река здесь имела горный характер, протекая в узком извилистом русле со множеством порогов [229]. На этом участке Колымы долина суживается, переходя в ущелье. Берега сложены песком, крупной и мелкой галькой. Глубина Колымского водохранилища меняется от 4.5 м в верхней зоне до 110 м у плотины ГЭС. Объем водохранилища составляет 14.5 км³, площадь зеркала – 440 км². Прозрачность воды по диску Секки – 2.0–2.7 м, течение практически отсутствует. Температура воды колебалась по пунктам наблюдений от 9.5°C до 19.4°C.



Примечание: А-F – пункты наблюдений.

Рисунок 9. Географическое расположение Колымского водохранилища и станции отбора проб

Участок С длиной 728 км – от нижнего бьефа плотины Колымской ГЭС до с. Ороёк. Река на этом участке протекает по горной стране, долина здесь вновь расширяется. Русло, изобилующее отмелями и перекатами, разбивается на рукава и протоки. Берега и дно сложены преимущественно галькой. Скорость течения меняется от 0.4 м/с на плёсах до 2.1 м/с на перекатах. Прозрачность воды составляла 0.8–4.0 м, и повышалась от верхней границы участка к нижней, средняя температура воды – 18.5°C.

Участок D длиной 253 км – от с. Ороёк до устья р. Ожогина. Русло реки разбито на протоки со множеством островов, количество отмелей и перекатов снижается. Берега и дно сложены преимущественно галькой, в нижней части участка отмечена большая примесь песка. Скорость течения остается высокой и меняется от 0.3 до 2.1 м/с. Прозрачность воды р. Колымы – 2.7–3.5 м, средняя температура воды – 20.6°C.

Участок E длиной 599 км – от устья р. Ожогина до устья р. Омолон. На этом участке Колыма выходит на обширную Колымскую низменность с большим количеством озер и болот. В пределах низменности река протекает вдоль Юкагирского плато. Левая часть бассейна Колымы на этом участке низкая, сложенная аллювиальными отложениями, правая часть – высокая, гористая. Острова редки, река течет преимущественно единым руслом. Берега и дно песчано-илистые с примесью гальки. Скорость течения на этом участке снижается, и не превышает 1.1 м/с, составляя в среднем 0.8 м/с. Прозрачность воды р. Колымы меняется от 1.6 до 2.7 м. Средняя температура воды – 17.2°C.

Участок F длиной 129 км – от устья р. Омолон до устья р. Анюй. Левая часть бассейна реки остается, как и на участке E, низкой и заболоченной, правая – гористая. Острова редки, берега реки топкие, илистые. Скорость течения еще более снижается и составляет в среднем 0.4 м/с. Прозрачность воды меняется от 1.4 до 3.0 м. Средняя температура воды – 13.9°C.

Инди́гирка – крупная река арктического бассейна Восточной Сибири, ее длина 1900 км, площадь бассейна 362 тыс. км². Река образуется слиянием рек Хастах и Тарын–Юрях. Инди́гирка от верховьев до устья р. Селеннях пересекает горную страну. Участок реки от устья р. Селеннях до впадения в Восточно–Сибирское море целиком расположен в пределах низменности [229]. Средний годовой расход воды реки равен 1800 м³/с. Водный режим Инди́гирки характеризуется наличием половодья в теплую часть года, обусловленного летними дождями. В зимнее время река крайне маловодна и в нижнем течении

промерзает до дна. Годовой ход уровней и расходов воды на Индигирке аналогичен рекам Дальневосточного края. Амплитуда колебания уровня воды достигает 8–10 м [214]. Основное питание р. Индигирка получает от летних дождей, оно дополняется стоком от таяния снежника, горных ледников и имеющихся по устьям ряда притоков многолетних наледей. Суммарная площадь ледников и наледей, расположенных в верхней части Индигирки, составляет 378 км² [6]. Большая часть бассейна Индигирки сложена легкоразмываемыми песчано-глинистыми верхнепалеозойскими и мезозойскими отложениями, легко поддающимися эрозии [9]. В нижнем течении реки процессы эрозии и размывания почв усугубляются выходами мерзлотных линз и интенсивным оттаиванием вечномерзлых пород в летний период.

В соответствии с морфометрией исследованная часть реки условно разделена на три участка (рис. 10).

Верхний участок – от устья р. Нера до устья р. Мома длиной 328 км. На этом участке река имеет типично горный характер, а на отрезке длиной 113 км, между устьями рек Таскан и Тихон-Юрях, – это бурный порожистый горный поток. Долина реки сжата скалистыми горами. Индигирка на этом участке пробивает две горные гряды хребта Черского: Чемалгинскую и Порожноцепинскую. Скорость течения местами достигает 5.5 м/с. Берега и дно сложены галькой, в устьях притоков нередки многолетние наледи. Средняя для участка температура воды во время отбора проб – 16.5°C.

Средний участок Индигирки длиной 334 км – от устья р. Мома до устья р. Селеннях. Скорость течения падает по сравнению с предыдущим участком, но остаётся по-прежнему высокой – 2.2–2.6 м/с. Долина расширяется, река образует множество островов и протоков. Индигирка на этом участке огибает ещё одну горную гряду – Момский хребет (рис. 10). Берега и дно галечные. Средняя температура воды по данным собственных наблюдений – 14.4°C.

Нижний участок – от устья р. Селеннях до устья р. Аллаиха, длиной 584 км. На этом участке реки скорость течения падает до 1.2 м/с. Река течёт преимущественно единым руслом. Берега и дно топкие, илистые. По берегам часты обнажения и осыпи вечномерзлых грунтов. Эта часть бассейна Индигирки изобилует озёрами, река здесь протекает по Абыйской и Яно-Индигирской низменностям со сплошным распространением водно-болотных угодий. На этом отрезке реки северотаёжная растительная зона сменяется типичной тундрой. Температура воды в среднем для участка – 14.5°C.

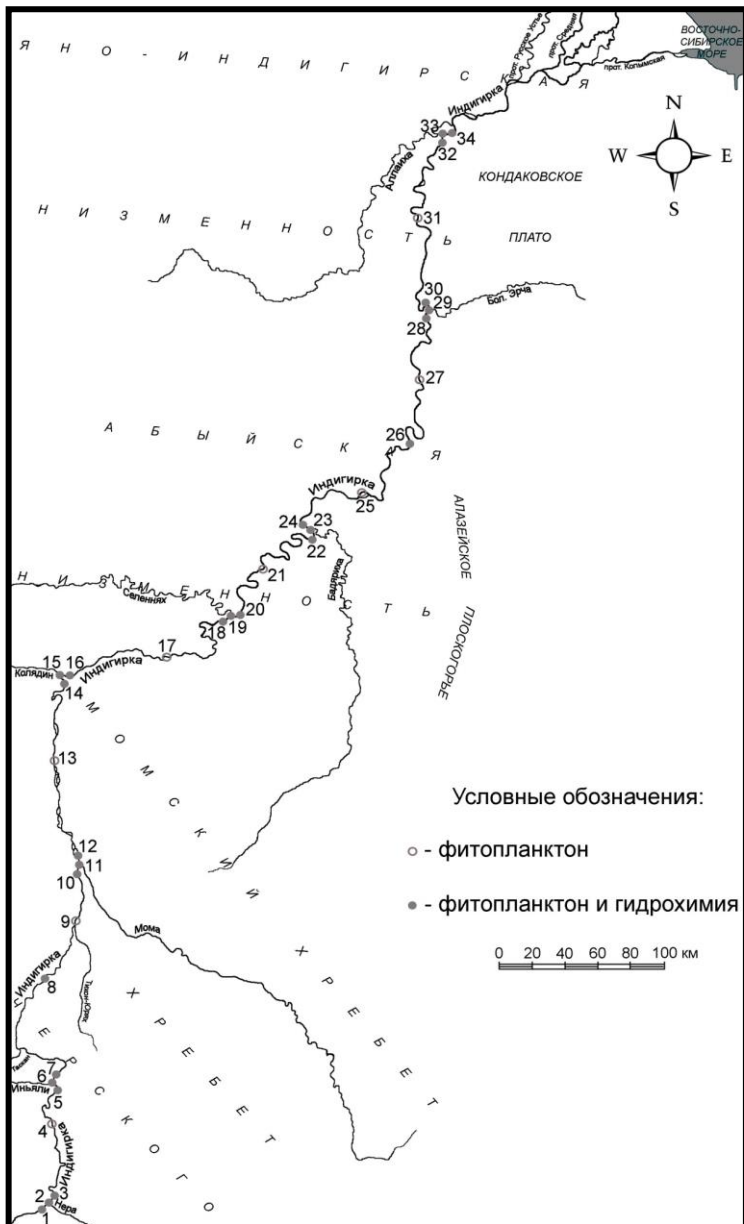


Рисунок 10. Пункты наблюдений на р. Индигирке

Река в нижнем течении малоосвоена человеком и характеризуется ненарушенным состоянием природных комплексов. В бассейне верхнего и среднего течения ведется добыча золота. В бассейне Индигирки разведаны богатые месторождения полезных ископаемых. В связи с развитием добывающей промышленности в регионе неизбежно начало их разработки, что вызовет риск ухудшения экологической обстановки.

Яна – крупная река арктического бассейна Восточной Сибири, ее длина составляет 872 км, площадь бассейна – 238 тыс. км² [229]. Яна образуется при слиянии рр. Дулгалаха и Сартанга. При впадении в море Лаптевых река формирует дельту, площадь которой составляет 10.2 тыс. км² [230]. На большей части своего протяжения Яна протекает по дну широкой древней долины, заполненной легкоразмываемыми аллювиальными наносами [214]. Местами в обрывах берегов видны обнажения погребенного льда. Водность Яны при значительной площади ее водосбора сравнительно невелика: средний годовой расход воды равен 980 м³/с. Водный режим Яны отличается от такового других рек Восточной Сибири. Весеннее половодье незначительно вследствие малого количества снега, выпадающего в бассейне реки. Летом проходят высокие паводки от дождей. Гидрограф стока Яны подобен гидрографу стока дальневосточных рек. Зимой река в районе г. Верхоянска и ниже перемерзает до дна. В соответствии с морфометрией русла р. Яны мы условно разделили исследованный отрезок реки на четыре участка: верхний, средний, нижний и дельтовый (рис. 11).

Верхний участок – от пос. Верхоянск до устья р. Адычи, длиной 230 км. Река на верхнем участке протекает по Верхоянской впадине, её русло здесь сильно меандрирует, острова редки. Берега и дно образованы песком и илистыми отложениями.

Скорость течения 0.8–1.0 м/с, перед впадением Адычи скорость возрастает на перекатах до 2 м/с. Прозрачность воды по диску Секки – 0.04–0.12 м. Средняя для участка температура воды во время отбора проб – 16.5°C.

Средний участок р. Яны длиной 231 км – от устья р. Адычи до устья р. Джанкы. Скорость течения здесь возрастает до 1.2–1.4 м/с. После впадения р. Адычи меандры заканчиваются, в русле р. Яны появляется большое количество островов и отмелей, берега и дно чаще сложены галькой. Река здесь выходит на Янское плоскогорье и огибает отроги хребта Черского. Прозрачность воды на этом участке увеличивается до 0.7 м. Средняя температура воды по данным собственных наблюдений составила 14.8°C.

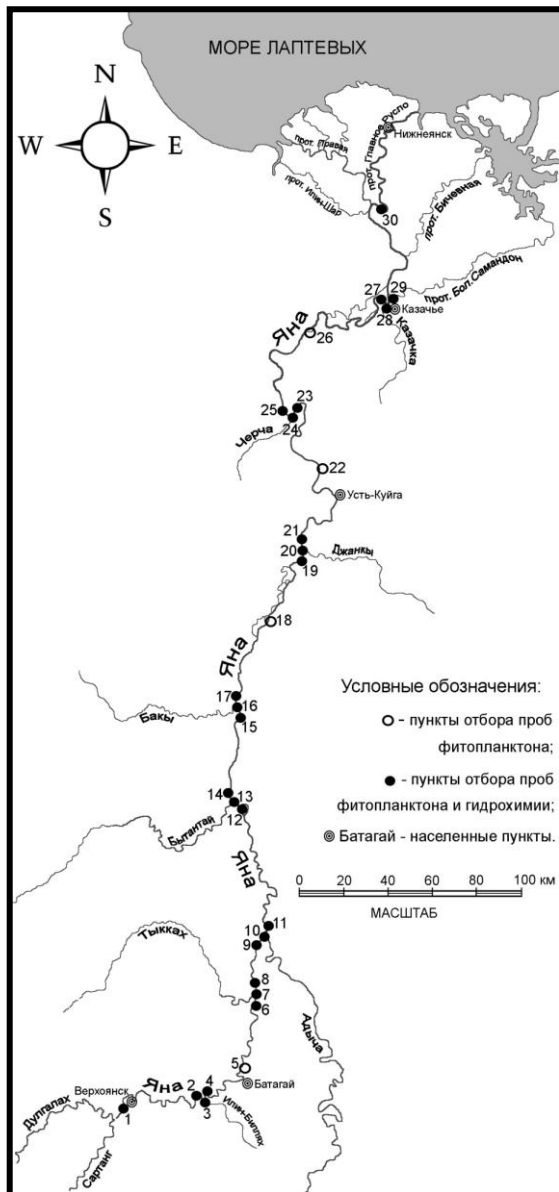


Рисунок 11. Пункты наблюдений на р. Яне

Нижний участок – от устья р. Джанкы до с. Казачьего, длиной 240 км. В нижнем течении р. Яна во многом сохраняет характерные особенности предыдущего участка. Река протекает по Янскому плоскогорью, а в нижней части описываемого участка прорывает сочленение цепей хребтов Кулар и Полоусный. Островов и отмелей вновь значительно меньше, берега и дно по-прежнему сложены преимущественно галькой. В нижней части данного участка при выходе из гор река вступает в область рыхлых отложений четвертичного периода, представляющих собой тонкий песчано-илистый материал, включающий линзы ископаемого льда [230]. Река здесь выходит на Яно-Индигирскую низменность. В нижней части данного участка р. Яны проходит граница леса и начинается зона тундры. Прозрачность воды сохраняется примерно на том же уровне, что и на предыдущем участке – 0.6–0.7 м, а скорость течения снижается до 1.0–1.2 м/с. Температура воды в среднем для участка – 14.7°C.

Дельтовый участок длиной 63 км от с. Казачьего до протоки Главное Русло целиком расположен в пределах Яно-Индигирской низменности, в тундровой почвенно-растительной зоне. Берега и дно илистые, с частыми обнажениями многолетнемёрзлых грунтов. Скорость течения значительно снижается (0.4–0.8 м/с). Прозрачность воды увеличивается до 0.9 м. Температура воды в среднем составляет 14.5°C.

В бассейне Яны разведаны богатые месторождения полезных ископаемых, разработка некоторых из них начата ещё в 70-е годы прошлого века. В связи с развитием добывающей промышленности в регионе неизбежно начало работ на новых участках, что вызовет риск ухудшения экологической обстановки.

Река Оленёк. Среди рек Азиатского субконтинента стоит на 15 месте по длине (2270 км) и на 19 месте по площади бассейна (219 тыс. км²) [229]. Исток Оленёка расположен на северной окраине Виллойского плато. При впадении в море Лаптевых Оленек разделяется на несколько протоков и образует дельту. Период свободный ото льда составляет для разных участков реки от 90 до 126 суток. Оленёк является одной из крупнейших рек Восточной Сибири, где наиболее ярко выделяется преобладание снегового питания. В зимний период в отдельные годы отмечено прекращение стока из-за промерзания реки на перекатах. В низовьях наблюдаются ветровые нагонные подпорные явления, распространяющиеся до 170–220 км от устья [214]. Средний годовой сток составляет 1100 м³/с. Прозрачность вод реки меняется от 4 до 1.7 м.

В соответствии с морфометрией Оленёка исследованная нами часть реки условно разделена на три участка (рис. 12).

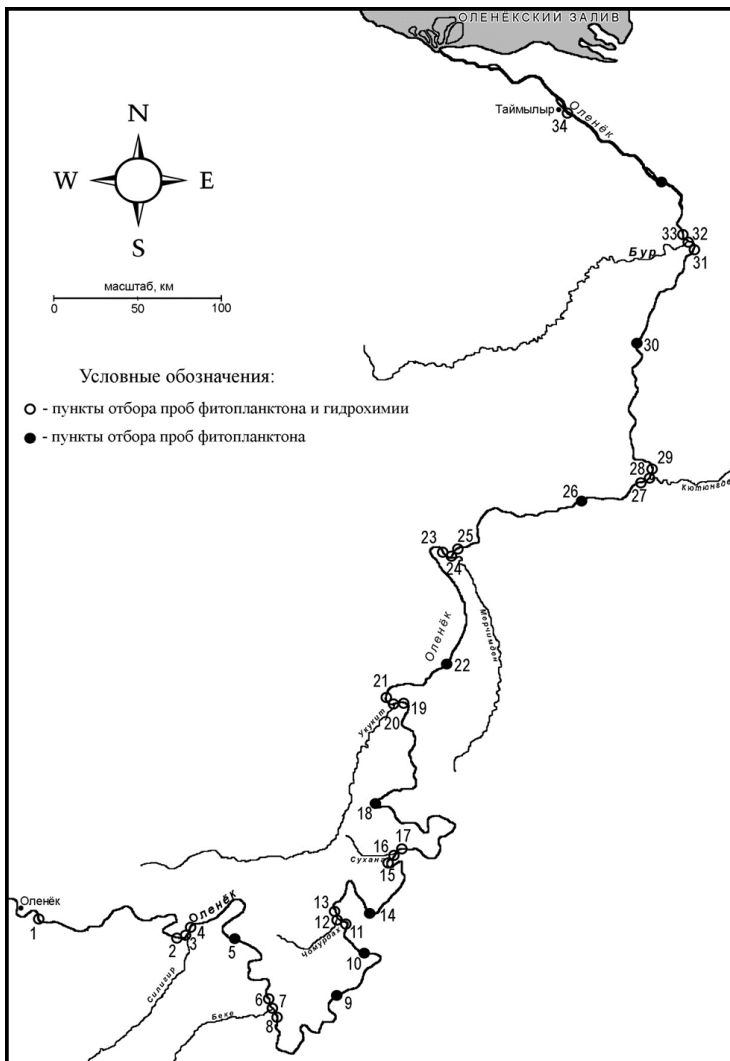


Рисунок 12. Пункты наблюдений на р. Оленёк

Средний участок длиной 602 км – от с. Оленёк до устья р. Сухана. Оленёк здесь резко набирает мощность за счёт впадения крупного притока р. Арга–Сала, долина преимущественно сухая или лишь местами заболочена. Склоны долины крутые или умеренно крутые, у русла часто обрывистые. Берега и дно реки сложены галькой.

Нижний участок р. Оленёк длиной 686 км – от устья р. Сухана до устья р. Бур. В нижней части этого участка реки проходит северная граница лесной зоны и начинается подзона лесотундры. Здесь в долине расположено множество озёр–старич. Берега и дно реки по–прежнему сложены галькой.

Предустьевой участок протяженностью 125 км – от устья р. Бур до с. Таймылыр. На этом участке реки оканчивается подзона лесотундры и начинается типично тундровый пейзаж. В верхней части предустьевого участка долина сильно заболочена, берега сложены преимущественно торфом, русло реки резко расширяется. Преобладающая часть озёр бассейна р. Оленёк расположена на предустьевом участке.

Река Оленёк – одна из крупнейших рек мира, до сих пор остающихся малоосвоенными человеком. На берегах крупной реки лишь два небольших населённых пункта – сёла Оленёк и Таймылыр, нет промышленных предприятий, никогда не было судоходства. В бассейне реки Оленёк разведаны крупные месторождения полезных ископаемых, в том числе алмазов, и в будущем следует ожидать начало интенсивного хозяйственного освоения территории.

Анабар – крупная река арктического бассейна на северо–западе Восточной Сибири. Длина реки 939 км, площадь водосборного бассейна 100 тыс. км² [229]. Бассейн Анабара целиком расположен за Полярным Кругом. Исток реки находится среди тундровых болот Анабарского плато. Река пересекает несколько почвенно–растительных зон: северную тайгу, лесотундру и тундру. Анабар не имеет дельты и, впадая в море Лаптевых, образует типичный эстуарий – Анабарскую губу [231]. Верхний участок реки Анабар длиной 559 км носит название Большая Куонамка, а ниже устья притока Малая Куонамка – Анабар. Питание реки преимущественно снеговое. Продолжительность периода отсутствия льда у с. Саскылах – 112 суток.

Зимой (в феврале–апреле) сток реки прекращается вследствие замерзания. Средний годовой сток составляет 370 м³/с [214].

По данным замеров 1936 г. в воде Анабара диск Секки виден на глубине 1.9–2.2 м [231]. По нашим данным Анабар от истока до впадения р. Эбелях сохраняла прозрачность до дна при глубине на плесах до 2.5 м. Ниже устья этого притока происходит резкое падение прозрачности реки до 0.3 м. На р. Эбелях проводится алмазодобыча с применением драг и снижение прозрачности воды имеет антропогенный характер.

В соответствии с морфометрией Анабар условно разделяют на четыре участка (рис. 13).

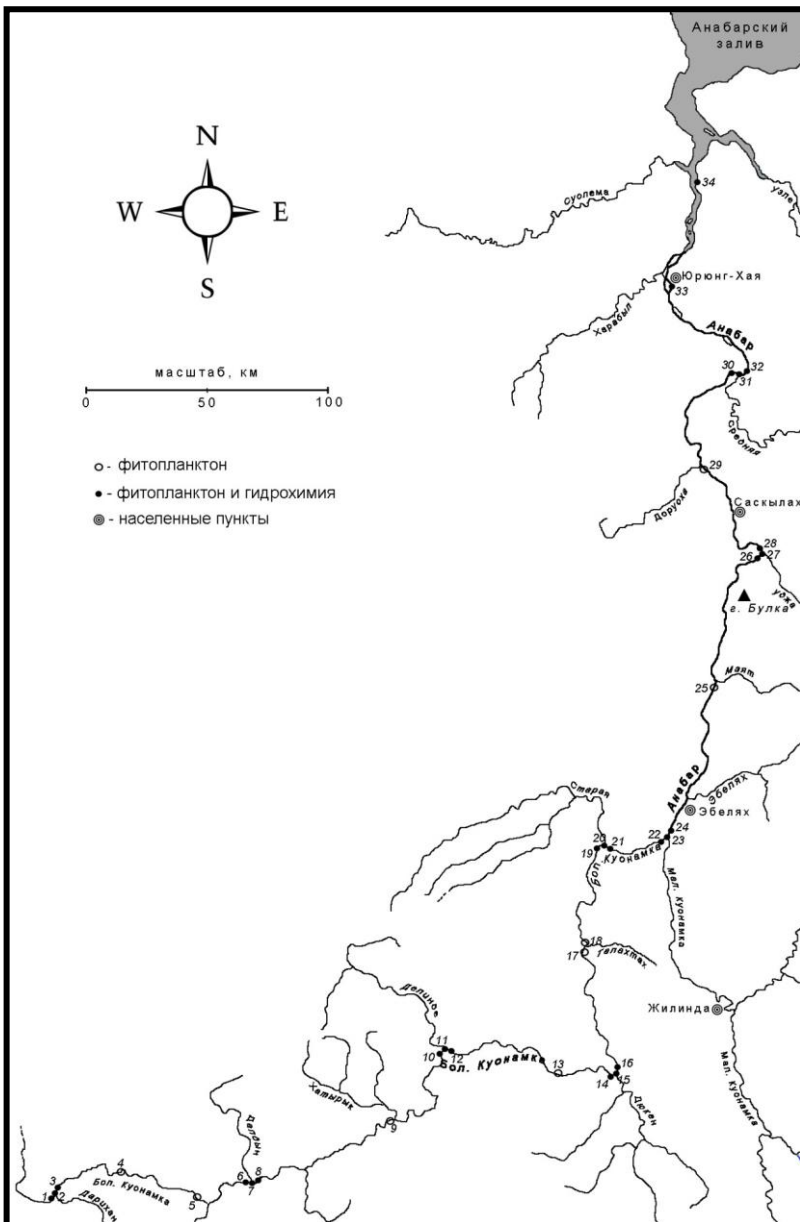


Рисунок 13. Пункты наблюдений на р. Анабар

Верхний участок длиной 578 км – от верховьев до устья р. Эбелях. Река здесь сохраняет горный характер, скорость течения меняется от 0.2 м/с на плёсах до 3.0 м/с на перекатах. Дно и берега реки в основном каменистые, дно долины заболочено, в верхней части участка – типично тундровый пейзаж. На участке есть ряд крупных порогов.

Средний участок длиной 96 км – от устья р. Эбелях до горы Булка, река здесь равнинного типа, скорость течения варьирует от 0.3 м/с до 1.2 м/с. Долина узкая с крутыми бортами, берега и дно каменистые.

Нижний участок длиной 210 км – от горы Булка до пос. Юрюнг–Хая, на этом участке берега и дно реки становятся песчаными, долина резко расширяется. Скорость течения на этом участке 0.05–1.0 м/с.

Устьевого участка (Анабарская губа). Течение здесь практически отсутствует, наблюдаются приливно–отливные явления. Условия обитания в устьевого части значительно отличаются от других участков реки, в связи с приливами здесь наблюдается явление так называемого «подпора».

На территории бассейна среднего течения Анабара функционирует ряд предприятий горнодобывающей промышленности. В верхнем течении р. Анабар (р. Большая Куонамка) нет населенных пунктов или объектов промышленности, однако здесь разведаны крупные россыпные месторождения алмазов и в ближайшее время планируется начало их добычи.

2.2.2. Физико–химические параметры

На основании полученных нами данных установлено, что воды исследованных рек Восточной Сибири пресные, большей частью маломинерализованные, за исключением среднеминерализованных вод рр. Амга и Оленёк; очень мягкие, кроме рр. Алдан и Индигирка (мягкие), р. Оленёк (мягкие–среднежесткие) и р. Амга (умеренно жесткие) (табл. 1 и Приложение 2, табл.). По компонентному составу главных ионов, согласно классификации О.А. Алекина [2], большая часть рек (Алдан, Амга, Анабар, Виллой, Витим, Колыма, Лена, Оленёк) относится к гидрокарбонатному классу, исключение составляют рр. Олёкма, Чара и Яна (сульфатный), и р. Индигирка (сульфатно–гидрокарбонатный); кальциевой (Алдан, Виллой, Витим, Индигирка, Колыма, Лена, Оленёк, Чара, Яна), и кальциево–магниевого группам (Анабар, Олёкма, Амга); II (Алдан, Амга, Анабар, Индигирка, Колыма, Оленёк, Яна), II–III (Виллой, Витим) и III (Олёкма, Чара) типа. Отмеченное разнообразие в составе главных ионов обусловлено различными условиями формирования химического состава поверхностных вод.

Воды рек региона не имеют вкуса и запаха, их значения рН и минерализации характерны для нейтральных (Лена, Яна, Вилюй и Анабар) и слабощелочных вод.

Содержание углекислоты не превышает 10 мг/л, а средние её концентрации варьируют в пределах 2.88–6.27 мг/л. Лишь в р. Амге на всех пунктах наблюдений отмечено полное отсутствие растворенного углекислого газа при перенасыщении вод кислородом, что связано с процессом фотосинтеза высшей водной растительности, которая по нашим наблюдениям активно вегетирует в реке. Главным образом, это представители семейства Potamogetonaceae. Высшая водная растительность обильно развивается не только в прибрежье, но местами образует сплошные заросли пересекающие фарватер реки. Такое явление нехарактерно для других крупных рек Якутии. Следует отметить, что такую же особенность газового режима Амги обнаружили прежние исследователи, однако не нашли ей объяснения [196].

Согласно шкале С.П. Китаева [109] по насыщенности вод кислородом большинство рек характеризуются средним содержанием кислорода, за исключением рек Алдан и Яна (высокое содержание), Амга (очень высокое) и Анабар (очень низкое).

Невысоко содержание фенолов, анионных поверхностных активных веществ (АПАВ), нефтепродуктов и легкоокисляемых органических веществ (БПК₅), кремния. Повышенное значение цветности и концентрации общего железа, азота, фосфора и трудноокисляемых органических веществ (ХПК) обусловлены недостаточным дренажом вечномерзлых грунтов и дополнительным стоком с водосбора за счет интенсивных процессов оттаивания [96]. Очевидно, биологическая доступность биогенных веществ невелика, не смотря на их повышенное содержание. Так, например, известно, что в водах богатых кислородом и железом, доля биологически доступного фосфора составляет лишь 8 % от общего фосфора [261]. По классификации трофности рек, предложенной W.K. Dodds и др. [245], исследованные реки относятся к олиготрофному типу.

Таблица 1.

Содержание химических элементов в водах рек Восточной Сибири (средние показатели)

Химические показатели	Анабар	Оленёк	Индигирка	Яна	Алдан	Амга	Колыма	Вилюй	Лена	Витим	Олёкма	Чара
Компонентный состав главных ионов												
Минерализация, мг/л	43,37	249,28	78,53	91,32	100,31	284,35	113,76	105,48	77,99	56,43	56,18	61,36
Общая жесткость, мг-экв/л	0,49	2,84	0,86	0,99	1,14	3,46	1,25	1,28	0,96	0,65	0,79	0,77
Кальций, мг/л	5,71	41,27	12,87	11,28	13,29	38,02	15,64	14,84	14,43	8,57	9,24	10,46
Магний, мг/л	2,48	9,50	2,65	5,23	5,76	18,98	5,72	6,50	2,95	2,74	4,05	2,99
Натрий, мг/л	2,31	9,56	4,77	6,69	4,59	7,09	6,86	4,70	3,21	2,36	1,80	2,42
Калий, мг/л	0,36	0,63	0,38	0,70	0,76	0,68	0,60	0,49	0,78	1,41	0,20	0,43
Гидрокарбонаты, мг/л	22,44	154,05	29,57	24,60	53,92	180,41	56,29	46,04	31,29	25,02	16,91	20,20
Хлориды, мг/л	2,15	4,58	0,35	0,82	1,69	1,46	5,69	6,91	11,05	5,53	4,44	4,72
Сульфаты, мг/л	7,93	29,69	27,93	42,01	20,30	37,71	22,96	26,01	14,28	10,81	19,53	20,15
Физические показатели												
Запах, баллы	-	-	0,00	0,35	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вкус, баллы	-	-	0,00	0,35	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Цветность, градусы	56,62	48,42	40,06	11,06	44,02	19,17	7,05	54,52	21,27	7,58	25,36	25,15
Взвешенные вещества, мг/л	-	8,74	24,54	65,38	5,06	19,48	5,74	14,31	17,05	14,30	15,33	14,76
Водородный показатель, единицы	8,44	7,90	7,57	7,14	7,47	8,34	7,35	7,45	7,78	7,62	7,63	7,58

Таблица 1. (окончание)

Химические показатели	Анабар	Оленёк	Индигирка	Яна	Алдан	Амга	Колыма	Вилюй	Лена	Витим	Олёкма	Чара
Газовый режим												
Растворенный кислород, мг/л	7,43	9,68	9,81	9,90	10,22	11,24	8,90	9,78	9,20	9,56	9,36	10,88
Насыщенность кислородом, %	69	99	99	102	106	119	94	93	96	99	98	97
Углекислый газ, мг/л	4,32	4,43	3,37	2,88	4,30	6,27	4,73	6,12	4,40	3,53	4,90	4,38
Биогенные и органические вещества												
Азот аммонийный, мг/л	0,52	0,43	0,69	0,45	0,32	0,17	0,49	1,09	0,40	0,19	0,20	0,31
Азот нитритный, мг/л	0,007	0,006	0,010	0,010	0,011	0,012	0,009	0,008	0,005	0,005	0,004	0,004
Азот нитратный, мг/л	0,64	0,20	0,19	0,09	0,17	0,08	0,08	0,17	0,18	0,11	0,08	0,08
Фосфор минеральный, мкг/л	9	2	20	55	12	7	20	15	30	27	10	18
Фосфор общий, мкг/л	65	40	37	124	31	61	85	79	143	146	58	99
Кремний, мг/л	2,31	1,94	1,96	2,26	3,09	0,97	1,59	2,26	1,74	1,70	1,62	1,19
ТООВ (по величине ХПК), мг/л	31,21	35,66	24,42	11,44	27,35	11,77	36,46	57,77	22,77	23,25	31,79	13,10
ЛООВ (по величине БПК ₅), мг/л	-	0,70	0,73	0,92	1,46	1,05	0,68	1,33	0,56	0,83	0,75	1,45
Перманганатная окисляемость, мг/л	-	-	-	-	-	-	7,33	17,10	8,71	12,80	11,55	9,45
Железо общее, мг/л	0,29	0,04	0,62	0,98	0,26	0,34	0,40	0,27	0,50	0,51	0,19	0,26
Фенолы, мг/л	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0004	0,0003	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0003
АПВ, мг/л	0,01	0,01	0,10	0,01	0,04	0,03	0,01	0,16	0,09	0,04	0,02	0,01
Нефтепродукты, мг/л	0,007	0,005	0,017	0,024	0,021	0,016	0,005	0,042	0,010	0,003	0,004	0,001

Примечание: прочерк означает отсутствие данных.

ГЛАВА 3.

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ИЗУЧЕННОСТИ ВОДОРΟΣЛЕЙ КРУПНЫХ РЕК ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Река Лена. Первые альгологические данные на крупных реках Восточной Сибири получены Б.В. Скворцовым [211] в бассейне р. Лены. По материалам, собранным Г.И. Доленко (участником экспедиции Переселенческого управления в Якутию) в июле–августе 1912 г. на водоразделе среди леса и в протоках по долине р. Лены в пределах Якутского района, Б.В. Скворцовым обнаружил 41 вид водорослей (диатомовых – 21, зеленых – 17 и синезеленых – 3).

Некоторые сведения о водорослях р. Лены представлены в работе А.Л. Бенинга [17], в которой приводится результат обработки 32 проб, собранных в 1925 г. экспедицией Якутской комиссии Академии наук под руководством П.Г. Борисова из р. Лены, в мелких водоемах по берегам и островам реки между Якутском и дельтой. В этих сборах автору удалось установить 4 вида жгутиковых водорослей. Из них три вида автором впервые обнаружены в водоемах Якутии и один ранее был указан И.А. Киселевым [106].

С 1948 г., с образованием в г. Якутске базы Академии наук, а позднее Якутского филиала СО АН СССР, работы по гидробиологии, в частности по изучению водорослей р. Лены, значительно расширились. В 1948–1951 гг. на различных участках р. Лены Л.Е. Комаренко [115, 116, 119] было обнаружено 182 вида и формы водорослей, в том числе диатомовых – 109, зеленых – 49, синезеленых – 13, разножгутиковых – 5, хризифитовых и эвгленовых – по 2 вида, перидиниевых и багряных водорослей – по одному. По числу видов лидировали диатомовые (69 % от общего количества видов).

По результатам исследования фитопланктона некоторых участков дельты р. Лены и ее взморья в 1960–е годы [208] приводится общая численность родов *Melosira* Ag (далее по тексту авторы названий родов приводятся при первом упоминании), *Asterionella* Nass., *Anabaena* Vogu и *Aphanizomenon* Mott. без подразделения их на виды. Показано, что основная роль в фитопланктоне исследованного района принадлежит диатомовым водорослям.

В 1970–е годы И.И. Васильевой и Р.Г. Ризвановой [31] был изучен видовой состав пяти основных и ряда мелких протоков дельты р. Лены. Во флоре водотоков авторы обнаружили 74 вида водорослей. Основной комплекс составляли диатомовые и зеленые водоросли.

Авторы отметили 3 вида диатомовых и 5 – зеленых водорослей, которые встречались среди водоемов Якутии только в дельте р. Лены.

Флористические альгологические исследования различных типов водоемов Усть–Ленского заповедника, расположенного в зоне арктических и субарктических тундр [178], позволили составить список видов, насчитывающий 124 вида водорослей. Было показано, что основу альгофлоры водоемов Усть–Ленского заповедника формировали зеленые (41 %), диатомовые (36 %) и синезеленые (29 %) водоросли. Главный комплекс водорослей дельтовой части р. Лены составляли диатомовые, синезеленые и зеленые. В восточной части дельты на залитых водой полигонально–валиковых тундрах чаще встречались представители синезеленых и зеленых водорослей. Аналогичную по составу альгофлору имели озерковые мочажины болот субарктической тундры.

Дальнейшие обширные работы в дельте р. Лены [29] позволили провести подробный сравнительный флористический анализ водорослей разных участков дельты, преддельтового участка р. Лены, а также мелких стоячих водоемов. Помимо таксономического списка, насчитывающего 302 вида и разновидности водорослей, были представлены сведения о сапробности отдельных видов.

Альгологические исследования дельтовой зоны р. Лены были продолжены в 1990–е годы [44]. Обнаружены новые 9 видов водорослей из 4 отделов, впервые отмеченные для флоры тундровой зоны Якутии. Впервые для региона тундры были представлены данные по сапробности вод дельты р. Лены, рассчитанной по индикаторным видам водорослей. Отмечено небольшое загрязнение данного водотока, обусловленное работой речного транспорта и поселковыми сбросами. Выявлена тенденция увеличения загрязнения воды в бухте Тикси по направлению от пелагиали к литорали.

В работе П.А. Ремигайло [179] представлены данные об альгофлоре нижней Лены. На участке р. Лены пос. Жиганск – пос. Джарджан зарегистрировано 286 таксонов водорослей из 7 отделов. При альгологическом обследовании разнотипных водоемов долины р. Лены от пос. Чекуровка до моря Лаптевых выявлено 302 таксона водорослей из 8 отделов. В планктоне р. Лены преобладали планктонно–бентосные диатомовые водоросли, а в небольших термокарстовых и старичных водоемах в арктических и субарктических тундроболотных комплексах основной фон составляли десмидиевые водоросли с сопутствующими им диатомовыми, желто– и синезелеными. Вопросам изучения сезонной динамики фитопланктона Нижней Лены посвящено краткое сообщение П.А. Ремигайло [180].

Некоторые сведения о количественном развитии планктонных водорослей устьевой области р. Лены содержатся в работе А.Ю. Гукова [92]. По материалам наблюдений гидрометслужбы автором приводятся сведения о численности и биомассе наиболее массовых видов фитопланктона, а также о некоторых продукционных характеристиках планктонных альгоценозов, включая концентрацию хлорофилла.

По данным, полученным во время экспедиционных работ 1993-1994 гг., на участке р. Лены от устья р. Алдан до бухты Тикси выявлено 89 видов и форм водорослей [26], представлен спектр альгофлоры нижнего течения р. Лены. Отмечено доминирование диатомовых водорослей.

Исследования санитарно-биологического режима среднего течения р. Лены впервые предприняты в 1982 г. [30]. Работы проводились на участке р. Лены от г. Олекминска до г. Якутска. Во флоре данного участка реки выявлено 284 таксона водорослей, среди которых преобладали диатомовые (51.4 %), зеленые (22.5 %) и синезеленые (16.5 %). Было показано, что в целом загрязнение вод пелагиали р. Лены сравнительно невысоко. Литоральные участки в протоках и вблизи населенных пунктов средне- и сильнозагрязнены.

Степень антропогенной нагрузки на р. Лену обсуждалась в работе В.А. Габышева [42] по материалам исследований 1992–1995 гг. Отмечалось изменение соотношения отделов водорослей в сравнении с данными прежних лет [24, 25]. На основе количественного развития водорослей-индикаторов обнаружено повышение уровня сапробности ниже крупных населенных пунктов по р. Лене.

Участок р. Лены, длиной 75 км, расположенный в районе г. Якутска, обследовался подекадно в период открытой воды с 1994 по 1996 гг. [32, 43, 45, 46, 47, 49]. В результате исследования в планктоне участка реки выявлено 324 вида водорослей (391 таксон), относящихся к 97 родам, 61 семейству и 25 порядкам из восьми отделов. Отмечено что, по видовому богатству в фитопланктоне преобладали диатомовые (50.6 %), синезеленые (20.7 %) и зеленые (18.2 %) водоросли. В сложении биомассы фитопланктона участвовало 17 основных доминирующих видов водорослей. Установлено, что сезонная динамика численности и биомассы фитопланктона средней Лены характеризовалась одновершинной кривой с максимумом развития в летний период. Среднегодовые показатели развития фитопланктона относительно невысокие (численность – от 405.55 тыс. до 609.84 тыс. кл./л и биомасса – от 0.478 до 0.696 мг/л) и в основном обусловлены развитием диатомей. Такая динамика объяснялась коротким вегетационным периодом, низкой минерализацией и слабым прогревом воды. Межгодовое варьирование количественных показателей развития фитопланктона было обусловлено

неодинаковыми гидрологическими условиями в разные годы. Выявлены особенности пространственной структуры фитопланктона и проанализирована ее связь с условиями среды обитания водорослевых сообществ. Была дана оценка качества воды этого участка реки по классификации В. Сладечека, согласно которой воды реки были квалифицированы как слабозагрязненные.

Река Алдан. Единственные сведения о водорослях р. Алдан приведены Л.Е. Комаренко [115]. В августе–сентябре 1950 г. был изучен таксономический состав фитопланктона нижнего Алдана в районе устья р. Май. Составлен систематический список водорослей, включавший 78 видов и 101 внутривидовой таксон: Cyanophyta – 3, Dinophyta – 2, Xanthophyta – 2, Bacillariophyta – 81, Rhodophyta – 2, Chlorophyta – 11. Эти данные были учтены в нашем исследовании.

Река Вилюй. Альгологические исследования на р. Вилюй ограничены акваторией Вилюйского водохранилища и вышерасположенным участком реки.

В маршрутных комплексных экспедициях по верхнему течению р. Вилюй в 1989–1991 гг. с целью выработки экологического обоснования по проектированию и строительству Чиркуокской ГЭС был исследован таксономический состав фитопланктона [188]. Обнаружено 194 видовых и внутривидовых таксона водорослей, среди них: Cyanophyta – 20, Euglenophyta – 1, Dinophyta – 2, Chrysophyta – 7, Bacillariophyta – 100, Xanthophyta – 2, Rhodophyta – 1, Chlorophyta – 61. Основной комплекс фитопланктона был представлен планктонными и бентосными видами диатомовых из родов *Aulacoseira* Thw., *Cyclotella* Kütz., *Gomphonema* Ehr., *Navicula* Borg., *Synedra* Ehr. и *Tabellaria* Ehr., а также зеленых хлорококковых – *Ankistrodesmus* Corda, *Crucigenia* Morr., *Pediastrum* Meyen и *Selenastrum* Reinsch и десмидиевых – *Cosmarium* Corda. Отмечено увеличение флористического богатства водорослей по направлению от верхних участков реки к расположенным ниже по течению. Показано, что максимальное флористическое разнообразие наблюдалось в зоне смешивания вод реки и её приточной системы. Численность и биомасса фитопланктона были низкими и составили соответственно 2,6 тыс. кл./л и 0,002 мг/л.

Наиболее полно изучен фитопланктон Вилюйского водохранилища, где проводились многолетние исследования в 1970–1990 годах. Основные их результаты опубликованы в обобщающих монографиях [28, 104]. В составе флоры планктона Вилюйского водохранилища определено 325 видов и разновидностей водорослей, относящихся к 114 родам, 70 семействам и 7 отделам. Для альгофлоры водохранилища отмечено наиболее высокое таксономическое разнообразие диатомей. По сравнению с альгофлорой верхнего Вилюя в водохранилище

увеличивалась доля участия золотистых и желтозеленых водорослей. Эвгленовые и динофитовые водоросли развивались ограниченно на отдельных мелководных участках. Первые ранговые места по видовому богатству занимают семейства Naviculaceae, Fragilariaceae, Oscillatoriaceae.

По мнению авторов, увеличение разнообразия биотопов, образовавшихся после постройки плотины в пределах многочисленных заливов, способствовало общему увеличению видового богатства альгофлоры Виллойского водохранилища за счет развития синезеленых, золотистых, вольвоксовых и хлорококковых водорослей.

Была отмечена смена доминантных видов в фитопланктоне водохранилища. В период его заполнения, когда численность достигала до 480 млн. кл./л, биомасса до 7.8 тыс. мг/л, интенсивно развивались, вызывая «цветение» воды, синезеленые водоросли (*Aphanizomenon flos-aquae*¹ и *Anabaena lemmermannii*). После стабилизации уровня воды происходило увеличение численности диатомовых (из родов *Melosira*, *Aulacoseira*, *Synedra*, *Fragilaria* Lyngb., *Eunotia* Ehr., *Navicula* и *Gomphonema*) и золотистых (из родов *Mallomonas* Perty и *Dinobryon* Ehr.) водорослей и снижение синезеленых. Из зеленых по уровню развитию выделялись представители родов *Sphaerocystis* Chod. и *Dictyosphaerium* Näg. Численность фитопланктона колебалась в период наблюдений от 19 тыс. кл./л до 498 тыс. кл./л, биомасса – от 0.11 мг/л до 1.38 мг/л.

Индекс сапробности Пантле–Букк варьировал в различные годы от 1.56–1.84, что соответствует α – β –мезосапробной зоне самоочищения. По классификации Сладчека вода была оценена как слабозагрязненная.

Река Витим. Фитопланктон р. Витим до сих пор остается слабоизученным, имеется лишь одна публикация о водорослях планктона реки [22]. Работа основана на сборах, выполненных в период с марта по сентябрь 2009 г., в разные гидрологические сезоны: зимнюю межень, весеннее половодье, летнюю и осеннюю межень. Наблюдения проводились в нижнем течении р. Витим (в 130–150 км выше устья) на трёх станциях, расположенных в районе впадения его правого притока, р. Мамаы. Оценена сезонная динамика структуры планктонной альгофлоры р. Витим. В составе планктона были выявлены 93 вида и разновидности водорослей из 50 родов и 7 отделов. Отмечено доминирование диатомовых водорослей (36 видов или 39 % от общего числа видов фитопланктона); зеленых (23 вида, 25 %), синезеленых (12 %) – меньше. Отмечено большое количество

¹ Авторы латинских названий видов приводятся в таблице приложения 1.

монотипных родов и небольшое число политипных. Основу состава альгофлоры (90 %) составляли диатомовые, зеленые, синезеленые и золотистые. Наибольшей частотой встречаемости отличались *Aulacoseira subarctica*, *Cyclotella ocellata*, *Fragilaria ulna*, *Pliocenicus costatus*, *Synedra acus*, *Tabellaria flocculosa*, *Rhodomonas pusilla*, *Monoraphidium contortum*, *Dinobryon suecicum* и *Kephyrion littorale*.

Альгофлора планктона была сформирована в основном истинными планктерами (52 %), космополитами (84 %) и бореальными видами (12 %). Биомасса фитопланктона была очень низкой и достигала максимальных значений 0.23 мг/л в летний период. Основную часть биомассы составляли диатомеи – 47 %.

В качестве лимитирующего фактора в летний период авторы указывали низкое содержание биогенных элементов. Аммонийный азот имелся в достаточном количестве и не лимитировал развитие водорослей планктона реки.

К сожалению, видовой список водорослей р. Витим авторами статьи [22] не приводится. Ясно, что авторы использовали только опубликованные данные.

Река Олёкма. Первые сведения о водорослях р. Олёкмы представлены в работе Л.Е. Комаренко [116], которая основана на материалах сборов 1948–1951 гг. сделанных в устье реки, и посвящена изучению альгофлоры р. Олёкмы. Во флоре реки автором выявлено 62 вида водорослей из трех отделов: Bacillariophyta (44 вида), Chlorophyta (16) и Chrysophyta (2).

В работе О.Ю. Рожковой [191], основанной на материалах, отобранных в 1992–1995 гг. на участке р. Олёкмы в пределах Олёкминского заповедника, проведен таксономический и эколого–географический анализ речной альгофлоры, выполнена оценка качества воды по гидрохимическим параметрам. По данным автора, альгофлора реки включала 108 видов из шести отделов. Отмечено доминирование Bacillariophyta и Chlorophyta (95 % видового состава). Полученные автором данные свидетельствовали о низком развитии биомассы фитопланктона, которая варьировала по пунктам наблюдений от 0.028 до 0.096 мг/л. Основу биомассы составляли диатомеи (48–100 % общей биомассы фитопланктона).

Единственные сведения о таксономическом составе фитопланктона р. Олёкмы получены в 1981–1982 гг. в устьевой части реки [30]. В планктоне реки выявлено 79 видов водорослей из 4 отделов. Доминировали диатомовые (54 вида или 68 % от общего числа видов фитопланктона) и зеленые (20 видов, 25 %). Отмечено, что 10 % видового

состава фитопланктона, это альпийские и арктоальпийские организмы. Индекс сапробности невысокий – 1.5.

В альгофлористических сводках Л.Е. Комаренко [116] и О.Ю. Рожковой [191] к сожалению, отсутствовала информация о биотопах, где были обнаружены конкретные виды, а в публикации И.И. Васильевой и др. [30] список видов не приводился. Поэтому учесть эти данные в настоящем исследовании не представилось возможным.

Река Чара. Сведения о водорослях реки отсутствуют.

Река Амга. Данные о водорослях р. Амги приводятся в работе И.И. Васильевой и Е.В. Пшенниковой [34]. В исследованиях, проводившихся в 1982 г., выявлено 23 вида. Наибольшим разнообразием отличались диатомеи (*Aulacoseira granulata*, *Synedra acus* var. *acus* и var. *danica*, *Navicula longirostris*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthes laterostrata*, *Gomphonema acuminatum*, *Epithemia argus*, *E. turgida*, *E. zebra*, *Nitzschia acicularis*, *N. palea*, *Synedra acus*, *S. ulna* var. *danica*). Синезеленые представлены видами *Dactylococcopsis acicularis*, *D. irregularis*, *D. raphidioides* f. *falciformis*, *Merismopedia glauca* f. *insignis*. Обнаружены также желтозеленые (*Trachychloron ellipsoidea*), динофитовые (*Ceratium hirundinella* f. *furcoides*), золотистые (*Kephyrion densatum*) водоросли.

В 1992 г. с мая по октябрь была исследована сезонная динамика фитопланктона в верхнем течении р. Амги [192]. В бассейне р. Амга, включая ее притоки рр. Саталах, Олорбох, Онхой и Хатын, выявлено 102 вида водорослей из 7 отделов, 14 порядков, 24 семейств и 24 родов. Численность фитопланктона варьировала от 11 до 1892 тыс. кл./дм³, биомасса – от 8 до 1570 мкг/дм³. По видовому богатству и по обилию доминировали диатомеи. Представлены данные о содержании биогенных форм азота. Прослежена взаимосвязь численности и биомассы фитопланктона с концентрацией биогенных элементов.

Среди перечисленных публикаций лишь одна посвящена изучению планктонных водорослей р. Амга [192], вторая посвящена альгофлоре в целом. Однако в статье о фитопланктоне р. Амга отсутствовал список видов. В обобщающей работе по альгофлоре р. Амга, содержащей видовой список [191], к сожалению, отсутствовали сведения, в каком из местообитаний (планктон, обрастания) встречались отдельные виды. Таким образом, видовой список фитопланктона Амги по результатам предыдущих исследований в литературе отсутствовал.

Река Колыма. О фитопланктоне верхней Колымы опубликовано лишь две работы [131, 132], в которых приводятся результаты изучения видового состава, а также количественных показателей развития

и структуры фитопланктона реки на участке зоны затопления Колымской ГЭС до ее постройки. В первой из этих работ [131] приведен видовой список водорослей планктона верхней Колымы, который включал 137 внутривидовых таксонов, в том числе: Cyanophyta – 2, Chrysophyta – 7, Bacillariophyta – 103, Xanthophyta – 4, Pyrgophyta (Cryptophyta и Dinophyta) – 2, Euglenophyta – 3 и Chlorophyta – 16. Во второй [132] представлены сведения о численности (1–202 тыс. кл./л) и биомассе (0.002–0.343 мг/л) фитопланктона верхней Колымы. Биомассу составляли диатомовые и зеленые водоросли. В руководящем комплексе видов преобладали *Anabaena lemmermannii*, *Tabellaria fenestrata*, *Diatoma elongatum*, *Synedra ulna*, *S. acus*, *Nitzschia acicularis*, *Chlorella vulgaris* и *Tabellaria flocculosa*. Сезонная периодичность с 26.VI по 5.VIII 1979 г. характеризовалась поздневесенним максимумом, снижением численности летом и возрастанием осенью. Полученные более 30 лет назад Г.В. Кузьминым сведения о фитопланктоне верхней Колымы стали базовыми для сравнения с результатами современных наблюдений.

По результатам исследования пробы, взятой из среднего течения Колымы в 1956 г., Л.Е. Комаренко [118] приводит список водорослей, содержащий 155 видов, которые принадлежат к одному отделу – Bacillariophyta. По видовому богатству преобладали роды *Navicula* (30 видов и разновидностей), *Synedra* (11), *Nitzschia* Hass. (11) и *Pinnularia* Ehr. (10). В статье И.И. Васильевой и Е.В. Пшенинковой [27] и кратком обзорном докладе И.И. Васильевой–Крапиной и др. [33] приводятся обобщенные данные об альгофлоре водоемов бассейна средней и нижней Колымы, а также краткие сведения о таксономическом составе фитопланктона самой реки. Указано, что доминанты фитопланктона реки принадлежат к отделу Bacillariophyta (*Asterionella gracillima* и *Synedra ulna*). Отмечено также, что для фитопланктона нижнего течения реки в сравнении со средним течением, характерна значительная примесь лимнофлоры из синезеленых и зеленых водорослей, и происходит обогащение речной флоры за счет озерной и почвенной из поймы реки. Однако во флористической сводке [118] невозможно выделить данные касающиеся непосредственно фитопланктона реки, а в двух других сообщениях [27, 33] список видов фитопланктона не приводился, поэтому учесть эти результаты, при таксономическом анализе фитопланктона в нашем исследовании, не представляется возможным.

Сведения о межгодовой динамике доминирующих видов планктонных сообществ водорослей нижней Колымы в районе устья р. Омолон, приведенные по отчетам Гидрометслужбы за 1980–1993 гг. содержались в работе А.М. Никанорова и др. [159]. В течение ряда лет

исследователи отмечали в числе водорослей–доминантов такие виды как *Aulacoseira granulata* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Отмечена тенденция увеличения общей численности фитопланктона в июле–августе.

Результаты многолетних исследований диатомовой флоры водоемов бассейна р. Колымы обобщены в монографии В.Г. Харитонova [223]. Всего в водоемах бассейна Колымы автором указано наличие 839 видов диатомей. В исследовании использованы оригинальные материалы автора, собранные в 1971–2012 гг. из многочисленных притоков верхней Колымы, озер ее бассейна, а также Колымского водохранилища и самой реки в зоне затопления Колымской ГЭС в период до ее постройки.

Река Индигирка. Единственные сведения о водорослях р. Индигирки приводятся в работе Л.Е. Комаренко [117].

На основании данных совместных исследований с ихтиологическим отрядом Якутского Института биологии в 1944 г. в среднем и нижнем течении р. Индигирки, на участке от устья р. Момы до дельты был проведен флористический анализ состава планктонных водорослей Индигирки. В планктоне выявлено 58 таксонов водорослей рангом ниже рода из 4 отделов: диатомовых – 49, зеленых – 6, синезеленых – 2 и желтозеленых – 1. Наиболее распространёнными были диатомеи из родов *Melosira*, *Fragilaria*, *Tabellaria* и *Synedra*.

Река Яна. Первые и последние сведения о фитопланктоне р. Яны были представлены Л.Е. Комаренко [120], полученные при совместных исследованиях с ихтиологическим отрядом Якутского филиала СО АН СССР в 1960 г. на участке от слияния рек Сартанг и Дулгалах (начало собственно р. Яны) до пос. Уэдей (устье). Проанализированы особенности таксономического и экологического состава планктонных водорослей р. Яны, который был представлен 211 таксонами рангом ниже рода из 7 отделов. Основу флоры планктона составляли диатомовые (69 %), зеленые (17 %) и синезеленые водоросли (11 %). На долю золотистых, эвгленовых и красных приходилось 3 %. Было показано, что планктон р. Яны формируется за счёт придаточной системы, главным образом пойменных озёр и эфемерных водоёмов. В планктоне реки развиваются экологически пластичные виды водорослей и виды, приуроченные к холодным и быстротекущим водам.

Река Оленёк. До сих пор сведения о водорослях водоемов бассейна р. Оленёк были представлены только в работе Л.Е. Комаренко и И.И. Васильевой [121], полученные в 1964–1965 гг. в ходе экспедиций в верхнем, среднем и нижнем течении р. Оленёк, а также в некоторых ее притоках (рр. Арга–Сала, Улахан–Дюргаалах, Огоннор–Юрях, Некекит) и озерах. В водоемах бассейна реки Оленёк было выявлено 190 таксонов водорослей рангом ниже рода из 7 отделов. Во флоре

самой реки обнаружено всего 79 видов (88 таксонов рангом ниже рода) водорослей из 5 отделов: диатомовых – 58 видов (66), зеленых – 10 видов, синезеленых – 8 видов (9), золотистых – 2 вида и желтозеленых – 1 вид. Приводилась краткая характеристика состава водорослей на отдельных станциях с указанием наиболее часто встречающихся видов, кроме того, для участка верхнего течения реки – данные по численности фитопланктона. Состав альгофлоры реки Оленёк определяли диатомовые *Synedra ulna*, *S. ulna* var. *danica* и *Tabellaria fenestrata*. В низовьях реки наибольшей степенью встречаемости отличалась *Asterionella formosa*. К сожалению, речь шла об альгофлоре Оленёка в целом без указания, в каком из местообитаний (планктон, бентос, обрастания) выявлен конкретный вид. Это затрудняет сравнительный анализ предшествующих данных с современными.

Река Анабар. Первые сведения о планктонных водорослях водоемов бассейна р. Анабар были получены Л.Е. Комаренко и И.И. Васильевой [122] при исследовании 9 станций в июне–июле 1967 г. на участке от устья р. Эбелях до Анабарской губы и одного пойменного озера. Они включали краткую характеристику фитопланктона на отдельных станциях с указанием его численности. Отмечена бедность видового состава и низкий уровень развития водорослей. Выявлено всего 47 таксонов водорослей из 5 отделов: диатомовых – 29, синезеленых – 12, зеленых – 4, эвгленовых и желтозеленых по 1 виду. Численность фитопланктона значительно варьировала между станциями: от 10 кл./л в среднем течении до 872 кл./л – в нижнем, и составляла 1288 кл./л в устьевом участке. По мере приближения к устью реки происходило существенное обогащение и видового состава фитопланктона, что объяснялось сезонной сукцессией, так как сбор материала осуществлялся во время длительного сплава по реке и завершался в период максимального прогрева воды, и соответственно, в период максимального развития водорослей в северных водоёмах. Скопление водорослей в приустьевом районе связывали с влиянием «стока», вероятно подразумевая при этом влияние «подпора», отмечаемого в устьевых участках рек, впадающих непосредственно в морскую акваторию. Отмечена низкая степень сходства видового состава водорослей на различных участках реки. К общим видам относились диатомовые космополиты: *Tabellaria flocculosa*, *T. fenestrata* и *Nitzschia paleacea*. Это объяснялось большими различиями исследованных местообитаний по составу грунтов, скорости течения, прозрачности воды как самой реки, так и ее многочисленных притоков и пойменных озер, в которых формировался собственный своеобразный комплекс альгофлоры, попадающий затем в Анабар.

Дальнейшие сведения о видовом составе водорослей р. Анабар и водоемов ее бассейна были получены в 1983–1984 гг. [35]. В этот период во флоре р. Анабар было обнаружено 149 видов, в водоёмах бассейна – 63 вида, Представлен таксономический список водорослей, однако без детальной информации о местонахождении каждого вида (планктон, бентос, обрастания).

На основании всех предыдущих работ было сделано обобщение сведений о водорослях водоемов бассейна р. Анабар [105]. При этом также были использованы данные о диатомовых водорослях озёрных отложений нижнего течения Анабара [141] и фондовые материалы Якутского Института Биологии о результатах альгологических исследований среднего течения р. Анабар в 1983–1984 гг. Систематический список водорослей водоемов бассейна р. Анабар включал 219 таксонов из 8 отделов, 13 классов, 22 порядков и 50 семейств. К сожалению, в нем отсутствовали сведения о местонахождении (планктон, бентос, обрастания) того или иного таксона, что затрудняет его использование для сравнительных исследований.

Таким образом, предыдущие альгологические исследования водорослей р. Анабар проводились лишь в ее среднем и нижнем течении. Водоросли верхнего течения (р. Большая Куонамка) до настоящего времени не изучались. Имевшийся материал по водорослям р. Анабар был скуден по объёму. Речь шла о нескольких альгологических пробах. Материалы по водорослям реки были собраны 25–40 лет назад, когда исследователи Якутии не имели современных инструментов для их сбора (планктонные сети с мелкой ячейкой, полимерные мембранные фильтры) и лабораторной обработки проб водорослей (современные световые микроскопы, определители и другая систематическая литература). Полученные сведения о водорослях р. Анабар давали представление об альгофлоре реки в целом, но не несли конкретной информации о составе флор отдельных биотопов. В коллективных монографиях по альгофлоре бассейнов основных рек Якутии [35, 277] также невозможно выделить сведения, касающиеся непосредственно фитопланктона рек.

ГЛАВА 4.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ПО ПРОДОЛЬНОМУ ПРОФИЛЮ ИССЛЕДОВАННЫХ РЕК

Особенности развития речного фитопланктона обусловлены лотическими условиями среды его обитания. Динамика проточного водоема (реки) создает феномен «континуума», выражающийся в последовательной смене одних групп биотопов другими [276]. Закономерная смена биотопов в направлении от истоков к устью обусловлена, главным образом, гидрологией (изменением скорости течения, температуры и прозрачности воды) и морфометрией (сменой характера русла, грунтов, степени развитости поймы, рельефом бассейна и т. п.).

4.1. Река Лена

В результате наших наблюдений, с учетом ранее опубликованных данных, в пробах фитопланктона р. Лены на участке от впадения Витима до устья зарегистрированы 715 видов водорослей (898 таксонов рангом ниже рода) из 8 отделов, 13 классов, 29 порядков, 86 семейств, 184 родов (табл. 2).

Таблица 2.

Систематический состав флоры планктона р. Лены

ОТДЕЛ	Ч И С Л О							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разно- вид- ностей	новых видов и разновид- ностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	17	27	106	124	-	14.8
Dinophyta	1	2	2	3	5	9	-	0.7
Chrysophyta	1	3	8	14	41	47	2	5.7
Xanthophyta	2	2	7	12	30	30	-	4.2
Bacillariophyta	2	6	20	42	271	393	3	37.9
Euglenophyta	1	2	3	5	15	17	-	2.1
Chlorophyta	2	9	28	80	245	276	13	34.3
Rhodophyta	1	1	1	1	2	2	-	0.3
Всего	13	29	86	184	715	898	18	100.0

По видовому богатству преобладали представители отдела диатомовых водорослей (37.9 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов – зеленые (34.3 %). Разнообразно представлены синезеленые (14.8 %), золотистые (5.7 %) и желтозеленые (4.2 %) водоросли. Эвгленовых (2.1 %), динофитовых (0.7 %) и красных (0.3 %) – меньше. Основу сводного списка на 87.0 % составляли диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли.

Среди классов по видовому богатству выделяются Pennatophyceae (35.0 % видового состава), Chlorophyceae (19.7 %), Conjugatophyceae (14.5 %), среди порядков – Raphales (29.5 %), Chlorococcales (15.9 %) и Araphales (12.7 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 369 видов водорослей (51.6 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам диатомовых, зелёных и синезеленых: Desmidiaceae и Naviculaceae (по 9.5 % видового состава), Oscillatoriaceae (5.7 %), Scenedesmaceae (4.9 %), Cymbellaceae (4.5 %), Fragilariaceae и Nitzschiaceae (по 4.2 %), Anabaenaceae (3.2 %), Closteriaceae (3.1 %), Eunotiaceae (2.8 %). Одно- и двувидовых семейств в планктоне р. Лены – 33, что составляет 38.4 % от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Лены указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 10 ведущих родов, составляющих 5.4 % всего родового состава, охватывают 33.8 % общего числа видов. Это представители отделов диатомовых, зелёных и синезеленых: *Navicula* (4.3 % видового состава), *Cymbella* Ag. (4.2 %), *Nitzschia* (3.9 %), *Oscillatoria* Vauch. (3.6 %), *Anabaena* и *Scenedesmus* Meyen (по 3.2 %), *Closterium* Nitzsch (3.1 %), *Cosmarium* и *Eunotia* (по 2.8 %), *Staurastrum* Meyen (2.7 %). Одно- и двувидовыми являются 66.3 % всех родов водорослей планктона реки, причем на их долю приходится 22.7 % видового состава. Пропорции флоры составляли 1:2.1:8.3:10.4, родовая насыщенность – 3.9, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.3.

Среди обнаруженных в планктоне реки водорослей 18 видов и разновидностей отмечены для рек региона впервые (табл. 2), также выявлен новый для альгофлоры КРВС (крупные реки Восточной Сибири) род из отдела золотистых – *Codosiga* Clark.

Обнаружено 275 специфичных видов водорослей, т. е. видов которые среди исследованных рек характерны только для р. Лены. Специфичные для планктона реки Лены виды принадлежат к восьми отделам: Bacillariophyta (120 видов), Cyanophyta (55), Chlorophyta (54), Chrysophyta (25), Xanthophyta (13), Dinophyta (4), Euglenophyta (3), Rhodophyta (1). Отмечено также 32 специфичных рода, большая часть

которых принадлежит к зеленым – *Characium* A. Br., *Chlorangiella* De Toni, *Chlorococcum* Menegh. em Starr, *Cloniophora* Tiff., *Draparnaldia* Bory, *Geminella* Turp., *Gloeotila* Kütz., *Golenkinia* Chod., *Golenkiniopsis* Korsch., *Heleochloris* Korsch., *Macrochloris* Korsch., *Nephrochlamis* Korsch., *Trebouxia* Puym., *Treubaria* Bern. em Reymond, *Uronema* Lagerh.; а также к желтозеленым – *Bumilleriopsis* Printz, *Chlorellidium* Visher et Pascher, *Chloridella* Pascher, *Chlorokoryne* Pascher, *Goniochloris* Geitler, *Mischococcus* Näg., *Peroniella* Gobi; золотистым – *Bicosoeca* J. Clark, *Cladonema* Kent, *Codosiga* Clark, *Monosiga* Kent, *Stylochrysalis* Stein; синезеленым – *Romeria* Koczw., *Snowella* Elenk., *Synechococcus* Näg.; диатомовым – *Attheya* West и *Caloneis* Cl.

Активность видов фитопланктона р. Лены, определенная с применением метода относительной частоты встречаемости вида [238], невысока. В группах высоко- и особоактивных в сумме лишь 17 видов. Это в основном диатомеи и зеленые водоросли, а также представители динофитовых и золотистых (табл. 3)

Таблица 3.

Распределение видов фитопланктона р. Лены по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	14	0	0	0
Dinophyta	0	0	0	1
Chrysophyta	5	2	1	0
Xanthophyta	2	0	0	0
Bacillariophyta	71	18	5	6
Euglenophyta	1	0	0	0
Chlorophyta	70	9	4	0
Всего	163	29	10	7

Результаты эколого–географического анализа свидетельствуют, что в фитопланктоне реки преобладают планктонные и планктонно–бентосные виды (41.8 % видового состава), со значительным участием донных форм (34.4 %).

Преобладают формы индифферентные по отношению к скорости течения (26.7 % от общего числа таксонов), предпочитающих непроточные воды – 9.0 %.

Воды р. Лены среднеминерализованы [186], что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (56.8 %). Число солоноватоводных видов невелико (мезогалобов – 2.4 %, полигалобов – 0.2 %). Присутствие в планктоне исследованного участка р. Лены видов, тяготеющих к большей солености вод, объясняется тем, что река в условиях криолитозоны испытывает влияние поверхностного стока и смыва с засоленных мерзлотных почв прибрежных территорий. Активная реакция вод р. Лены нейтральная [186], поэтому значительна доля индифферентов – 16.7 %, алкалифилов и алкалибионтов – 18.2 %, ацидофилов и ацидобионтов – меньше (5.7 %).

По географической принадлежности основу фитопланктона р. Лены составляют космополиты и бореальные виды (59.2 %), что характерно для водоемов Севера Евразии. Особенности климата высоких широт обуславливают развитие в планктоне реки стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. islandica*, *A. italica*, *Fragilaria virescens* var. *inaequidentata*, *Hannaea arcus* var. *amphioxys*, *Diatoma anceps*, *D. hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Tetracyclus rupestris*, *Navicula amphibola*, *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia diodon*, *E. praerupta*, *E. praerupta* var. *bidens*, *E. praerupta* var. *inflata*, *Gomphonema ventricosum*.

Состав индикаторных видов на 19.6 % сформирован β -мезосапробами и на 20.2 % – олигосапробами. Число видов, предпочитающих β -мезо– и олигосапробную зоны, составляло 30.6 %, видов, характерных для высоко сапробных вод – 9.6 %, а для очень низких – 20.0 %. Средний индекс сапробности р. Лены – 1.79, что соответствует олиго– β -мезосапробной зоне органического загрязнения.

Участок А. Видовой состав планктонных водорослей на этом участке Лены насчитывает 457 видов и разновидностей из семи отделов. По числу видов основу фитопланктона составляют диатомовые (44.4 % общего числа видов) и зелёные (39.4 %) водоросли, значительно меньше синезеленых (9.4 %), желтозеленых (3.3 %), и золотистых (2.4 %). Из эвгленовых встречены три вида, из динофитовых – два.

Средняя численность фитопланктона на участке А составляет 172.3 тыс. кл./л, биомасса – 0.113 мг/л. Основу численности фитопланктона формируют зеленые (46.1 % общей численности фитопланктона) и диатомовые (39.1 %) водоросли, доля синезеленых – 14.7 %, вклад представителей других отделов незначителен. По биомассе доминируют диатомеи (94.1 % общей биомассы фитопланктона).

В число структурообразующих видов фитопланктона этого участка реки входят виды зеленых и диатомовых водорослей: доминанты – *Monoraphidium contortum* и *Synedra tabulata* и субдоминанты – *Aulacoseira distans* и *Scenedesmus caudato-aculeolatus*.

По географической принадлежности это космополиты, а также один бореальный вид; по типу местообитания – планктонно–бентосные водоросли. Быстрое течение реки способствует попаданию в планктон реки заносных форм водорослей.

Индекс биоразнообразия участка А р. Лены варьирует по различным пунктам наблюдений от 3.44 до 5.44. Индекс сапробности составляет в среднем для участка 1.57, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Участок В. В планктоне этого участка р. Лены выявлено 611 видов и разновидностей водорослей из 8 отделов. Как и на участке А, здесь по числу видов преобладают представители Bacillariophyta (51.9 % общего числа видов и разновидностей). Водоросли отдела Chlorophyta на втором месте (21.9 %). Доля Cyanophyta возрастает в сравнении с предыдущим участком реки (15.5 %). Разнообразно представлены Chrysophyta (5.9 %) и Xanthophyta (2.6 %), меньше Euglenophyta – 1.1 % и Dinophyta – 0.8 %; из Rhodophyta встречен один вид.

Уровень развития фитопланктона, в сравнении с вышерасположенным участком реки меняется незначительно. Средняя за период наблюдений численность водорослей составила 144.8 тыс. кл./л, биомасса – 0.094 мг/л. Основу численности фитопланктона составляют Bacillariophyta (54.4 % общей численности) и Chlorophyta (29.3 %), доля Cyanophyta (9.9 %) и Chrysophyta (4.0 %) – меньше, вклад представителей других отделов водорослей незначителен. По биомассе доминируют диатомеи (78.7 % общей биомассы), с участием зеленых водорослей (14.3 %).

В 1994–1996 гг. 75–ти километровый участок р. Лены, расположенный между от Табагинским и Кангаласским мысами, обследовался подекадно в период открытой воды [32, 43, 45, 46, 47]. Общий характер сезонной динамики фитопланктона сходен с таковым ряда сибирских рек, например, Енисея [227], Оби [149, 156]. Он выражается одновершинной кривой с нарастанием развития весной, с максимумом летом (конец июля – начало августа) и угасанием вегетации осенью. Сезонные изменения фитопланктона в основном обусловлены неравномерным развитием в его составе диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей. Доля диатомовых в альгогруппировках в среднем за период вегетации в годы исследований (1994–1996 гг.) колебалась от 41.6 до 100.0 %, зеленых – от 2.0 до 53.1 %, синезеленых – от 0.1 до 12.0 %. Роль представителей других отделов незначительна.

Весенний фитопланктон характеризуется низкими средними количественными показателями (в разные годы от 109.31 тыс. до 243.36 тыс. кл./л и от 0.178 до 0.370 мг/л). Развитие водорослей сдерживается пониженной температурой воды (около 2°C), высоким уровнем, скоростью течения и мутностью водных масс. Основу фитопланктона составляют диатомовые (в конце мая составляют до 100.0 % биомассы). В комплекс доминантов входят: *Cyclotella kuetzingiana*, *Asterionella gracillima* и *Dinobryon divergens*.

Летом с увеличением прогрева воды фитопланктон развивается более интенсивно (в разные годы в среднем от 942.26 тыс. до 1326.15 тыс. кл./л и от 0.970 до 1.315 мг/л). В его составе господствуют также диатомовые: *Aulacoseira granulata*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*. Характерно присутствие в комплексе доминантов синезеленых – *Aphanizomenon flos-aquae* и зеленых: *Scenedesmus quadricauda*. Особенность фитопланктона р. Лены в летний период – присутствие мелкоклеточной синезеленой водоросли *Dactylococcopsis acicularis*, имеющей высокую численность (до 531.4 тыс. кл./л) при небольшой биомассе.

Осенью, в условиях снижения температуры воды, происходит постепенное падение развития фитопланктона (средние численность и биомасса за годы наблюдений менялись от 165.08 тыс. до 260.00 тыс. кл./л и от 0.285 до 0.402 мг/л). В составе фитопланктона заметно снижается роль зеленых водорослей при общем увеличении участия диатомовых. Доминировали *Aulacoseira distans* и *Synedra tabulata*. К концу периода открытой воды, в октябре, до 100.0 % биомассы фитопланктона слагали диатомовые водоросли.

В межгодовом аспекте варьирование количественных показателей развития фитопланктона обусловлено неодинаковыми гидрологическими условиями среды в разные годы. За период исследований 1994 год характеризовался наибольшей водностью. Средний уровень на Табагинском водомерном посту за период открытой воды по данным Якутского управления гидрометслужбы – 455.5 см при нуле поста 85.05 м БС. Значения численности и биомассы в этот год были наиболее низкими (405.55 тыс. кл./л, 0.478 мг/л). В 1995 г. уровень воды достигал всего 309.3 см, а численность (610 тыс. кл./л) и биомасса (0.7 мг/л) фитопланктона – наибольших значений.

В распределении фитопланктона по продольной оси исследованного участка р. Лены четко просматривается закономерность в увеличении биомассы фитопланктона по мере приближения к г. Якутску. Створ на Табагинском мысу является верхней границей исследованного водотока, выше него в пределах 200 км нет крупных населенных

пунктов или хозяйственных объектов. Створ в районе пос. Пригородное – в 20 км ниже Табагинского мыса, выше данного створа расположены Лесокомбинат, устье р. Шестаковки (где находится свинокомплекс), сам поселок Пригородное. Следующий по течению реки створ – в районе Водоканала (35 км ниже Табагинского мыса) расположен ниже г. Якутска (влияние речного порта, сброс сточных вод, рекреационные нагрузки). Створ в районе Кангаласского мыса, нижняя граница исследованного участка р. Лены, расположен в 45 км ниже г. Якутска. На этом отрезке реки нет крупных загрязнителей. Повышение содержания биогенов в воде, наблюдаемое на створах в пос. Пригородное и в районе Водоканала, обусловлено наличием антропогенного воздействия за счет стока с прибрежных территорий левобережья данного участка р. Лены. Изменение условий среды влечет за собой и изменения развития фитопланктона. На створах в пос. Пригородное (в среднем за период исследований 0.614 мг/л) и в районе Водоканала (0.936 мг/л) общая биомасса фитопланктона выше, нежели на верхней (0.314 мг/л) или нижней (0.482 мг/л) границе исследованного участка реки. Разнообразие и обилие зеленых, и особенно синезеленых водорослей, на этих створах повышалось, а диатомовых и золотистых – снижалось.

В распределении фитопланктона по поперечной оси исследованного участка реки отмечена следующая закономерность. Установлено, что фитопланктон богаче по количественным и качественным показателям в левобережном потоке (численность в среднем за период исследований 776.77 тыс. кл./л), в правобережном – меньше (673.70 тыс. кл./л), а минимум этих показателей приходится на русловую часть реки (226.34 тыс. кл./л). Наблюдалось несколько большее видовое разнообразие и количественное развитие зеленых и особенно синезеленых водорослей в левобережном потоке, а диатомовых и золотистых – в правобережном, и по фарватеру. Это обусловлено морфометрическими особенностями р. Лены на данном участке. В медали реки и рипали правобережья глубина больше, соответственно больше и скорость течения водных масс, что создавало благоприятные условия для развития диатомовых и золотистых водорослей. Левобережье состоит из нескольких протоков, образованных довольно крупными островами, где скорость течения снижалась, вода лучше прогревалась, что способствовало более активной вегетации синезеленых и зеленых водорослей.

В 2002 г. пробы были отобраны в 24 пунктах на всем участке В с июня по октябрь (рис. 2). В июне (10–12. VI) количественные показатели развития фитопланктона варьируют в пределах 5.2–441.1 тыс. кл./л 0.007–0.287 мг/л. Температура воды в реке в этот период – 12.5–13.6°C,

это биологическая весна. Число внутривидовых таксонов в пробах колеблется от 11 до 24. Основу численности фитопланктона составляют диатомовые водоросли (92.4 % общей численности), по биомассе также преобладают диатомеи (83.3 % общей биомассы) с участием зелёных (15.6 %). В число доминирующих видов входят исключительно диатомеи: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Hannaea arcus*, *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*. Индекс видового разнообразия варьирует от 1.85 до 3.43 и в среднем составляет 2.61.

В конце июня – начале июля (30.VI–6.VII) материал был отобран на участке Табагинский мыс – устье р. Вилюй по 13 пунктам. Температура речной воды меняется по пунктам наблюдений от 16.8°C до 21.4°C. Этот период следует охарактеризовать как биологическую весну, переход к биологическому лету. Число внутривидовых таксонов варьирует в различных пробах от 17 до 31. Численность фитопланктона составляет от 38.1 до 180.6 тыс. кл./л, биомасса – от 0.015 до 0.098 мг/л. В планктоне по-прежнему доминируют диатомовые, составляя 55.6 % общей численности и 78.7 % биомассы. В составе численности фитопланктона увеличивается значение зелёных (22.2 %) и синезелёных (17.8 %) водорослей, золотистых меньше (3.4 %), доля динофитовых и желтозеленых невелика (0.9 %). В составе биомассы фитопланктона роль диатомовых сохраняется высокой (78.7 %), на втором месте зеленые (12.5 %), золотистых меньше (3.1 %). В число доминантов входят представители диатомовых, зеленых и золотистых: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *Closterium parvulum*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Dinobryon divergens*, *Monoraphidium arcuatum*, *Pediastrum angulosum*, *P. boryanum*, *Synedra tabulata*, *S. ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata* var. *intermedia*, *T. flocculosa*. В составе доминантов по различным пунктам наблюдений прослеживается влияние крупных притоков на фитопланктон р. Лена. Так в устье р. Вилюй лидировали три вида зелёных водорослей, тогда как на других участках реки – преимущественно диатомеи. В устье р. Алдан в составе доминантов появляется *Asterionella formosa* и присутствует в числе структурообразующих видов только на участке реки, расположенном ниже по течению.

Индекс биоразнообразия выше, чем в предыдущий период и варьирует в пределах 2.41–3.64. Исключение составляет лишь проба, взятая в устье ручья (напротив устья Вилюя), где был найден лишь один вид.

В начале сентября (2.IX) пробы были отобраны на участке от Табагинского мыса до п. Жатай на 3 пунктах. Температура воды в реке

в этот период наблюдений составляла 12.2–15.6°C, это конец биологического лета – начало биологической осени. Число внутривидовых таксонов водорослей в пробах составляет от 10 до 18. Показатели количественного развития фитопланктона невысокие и варьируют в пределах 60.4–116.8 тыс. кл./л и 0.005–0.136 мг/л. По численности преобладают зеленые (49.1 % общей численности фитопланктона) и диатомовые (44.8 %) водоросли, значение синезелёных (3.1 %) и золотистых (2.8 %) – меньше, доля динофитовых (0.2 %) – невелика. Основу биомассы составляют зеленые (67.2 %) и диатомовые (21.8 %), роль представителей других отделов незначительна (10.9 %). В число структурообразующих видов входят: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *Cosmarium punctulatum*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Dinobryon divergens*, *Pediastrum duplex*, *Synedra tabulata*, *S. ulna*. Индекс видового разнообразия понижен – 1.36–2.76.

В конце сентября – начале октября (25.IX–9.X) материал был отобран на участке от г. Покровска до г. Якутска на 3-х станциях. Температура воды изменялась от 4 до 7°C, это период биологической осени. Число таксонов в пробах меняется по пунктам наблюдений от 9 до 17. Количественные показатели развития фитопланктона варьируют в следующих пределах – 18.1–162.5 тыс. кл./л, 0.012–0.176 мг/л. Общая численность и биомасса фитопланктона была сформирована диатомовыми (88 и 71 % соответственно), на втором месте стояли зеленые (11 и 29 %), доля синезеленых незначительна (1 и 0.3 %). Доминировали *Asterionella formosa*, *A. gracillima*, *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*. Индекс биоразнообразия варьирует в пределах 2.11–3.06.

В 2005 г. на участке В пробы были отобраны в 23 пунктах с июля по август (рис. 2). В июле (13.VII–20.VII) температура воды составляла 16.0–17.0°C, это начало периода биологического лета. Удельное богатство варьировало от 16 до 45. Численность фитопланктона менялась от 57.1 до 420.8 тыс. кл./л, биомасса – от 0.0289 до 0.214 мг/л. В этот период основу фитопланктона по численности клеток составляют зеленые (49.1 %) и диатомовые (43.5 %), на долю синезеленых, золотистых и желтозеленых приходится 7.4 % общей численности водорослей. По биомассе доминируют диатомовые (90.3 %), зеленых меньше (7.1 %), доля других отделов незначительна (2.7 %). В составе доминантов следующие виды из отделов диатомовых, зеленых и золотистых водорослей: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira distans*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Dinobryon divergens*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra tabulata*, *S. ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata* var. *intermedia*. Следует отметить, что представитель зеленых водорослей появляется в составе доминантов на участке ниже г. Якутска,

а представитель золотистых – ниже устья р. Алдан. Индекс видового разнообразия довольно высокий и варьирует в пределах от 2.52 до 4.56.

В августе (16.VIII) пробы были отобраны с берега в г. Покровске и на Табагинском мысу. Температура речной воды в этот период – 20.3°C, это биологическое лето. Число таксонов в пробах – 22 и 29. Численность (318.9–547.4 тыс. кл/л) и биомасса (0.063–0.105 мг/л) увеличивались. Основу фитопланктона по численности составляют диатомовые (44.5 % общей численности) и зеленые (42.9 %) водоросли, синезеленых (9.9 %) и золотистых (2.7 %) – меньше. По биомассе доминируют диатомеи (83.2 % общей биомассы), зеленых (8.3 %), золотистых (6.2 %) и синезеленых (2.4 %) – меньше. В состав доминантов входят представители диатомовых, золотистых и синезелёных: *Anabaena aequalis*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Dinobryon sociale*, *Synedra tabulata*. Следует отметить, что синезеленые входят в состав доминантов лишь в этот период. Индекс биоразнообразия высокий – 3.15–3.23.

В 2006 г. в период биологической весны (23–28.VI), когда температура воды составляла 11.0-17.4 С°, удельное богатство варьировало от 17 до 52, численность достигала 40.5–247.5 тыс. кл./л, а биомасса – 0.066–0.240 мг/л. Основу фитопланктона по численности клеток составляют диатомовые (58.1 % общей численности), зеленые (16.9 %) и синезеленые (14.9 %) водоросли; золотистых меньше (6.2 %), доля динофитовых и желтозеленых незначительна (3.9 %). По биомассе преобладают диатомеи (78.7 %), зеленых меньше (15.2 %) доля представителей других отделов незначительна (6.1 %). В состав доминантов входят: *Aulacoseira italica*, *Chlorococcum infusionum*, *Closterium peracerosum*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Dinobryon divergens*, *D. sertularia*, *Hannaea arcus*, *Melosira varians*, *Synedra tabulata*, *S. ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata var. intermedia*. Индекс Шеннона был достаточно высоким – 2.96–4.60.

Участок С. В июне 2010 г. (26-27.VI.) в планктоне этого участка р. Лены обнаружено 253 вида и разновидности водорослей из 8 отделов. Наибольшим богатством видов отличались зеленые (Chlorophyta – 39.5 % общего числа видов) и диатомовые (Bacillariophyta – 38.7 %) водоросли. Разнообразно представлены Cyanophyta (7.9 %), Chrysophyta (4.7 %), Xanthophyta (4.3 %) и Euglenophyta (2.8 %); из Dinophyta встречены четыре вида, из Rhodophyta – один.

Здесь нами отмечена золотистая водоросль *Stelixomonas dichotomus*, для которой в Сибири указано лишь несколько местонахождений в бассейне р. Обь [14, 153, 203], р. Енисей [175]. Эта водоросль вносится в Лену из Вилюя и была обнаружена в реке ниже его впадения.

Наблюдения были проведены в конце июня 2010 г. (25–27.VI). Уровень развития фитопланктона здесь несколько выше – 310.1 тыс. кл./л, 0.327 мг/л. Основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (79.3 % численности, 97.9 % биомассы). Значительная доля в составе численности планктона принадлежит представителям Chlorophyta (19.0 %). Вклад водорослей других отделов в формирование численности и биомассы фитопланктона незначителен.

В число структурообразующих видов фитопланктона на данном участке реки входят представители отделов Bacillariophyta и Chrysophyta. Доминируют *Aulacoseira granulata* и *Asterionella gracillima*, субдоминантами являются *Aulacoseira distans* и *Monoraphidium irregulare*. Комплекс структурообразующих видов образован космополитами и одним бореальным видом – это водоросли смешанного планктонно–бентосного типа местообитания, а также один истинно–планктонный вид.

Индекс биоразнообразия на данном участке Лены меняется от 4.97 до 5.12.

Участок D. Пробы были отобраны в августе 2009 г. (06–12.VIII), использованы также данные отобранные в 1981–1986 гг. [184]. Фитопланктон данного участка р. Лены образован 172 видами и разновидностями из семи отделов. По числу видов преобладают Bacillariophyta (47.1 % от общего числа видов), Chlorophyta – на втором месте (34.3 %). Разнообразно представлены Cyanophyta (11.0 %), Chrysophyta (4.1 %) – меньше; из Dinophyta, Xanthophyta и Euglenophyta (3.0 %) встречено по два вида. Уровень количественного развития фитопланктона в сравнении с вышерасположенным участком реки значительно не меняется – 296.7 тыс. кл./л и 0.269 мг/л. Основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (63.5 % общей численности, 71.2 % общей биомассы). Значительный вклад в численность фитопланктона вносят Cyanophyta – 30.9 %, а в общую биомассу – Chlorophyta – 15.9 %. Значение представителей других отделов водорослей в формировании количественных показателей развития фитопланктона данного участка р. Лены невелико.

Набор доминирующих видов меняется в сравнении с вышерасположенным участком, в их составе представители Bacillariophyta и Cyanophyta. Доминанты *Asterionella formosa* и *Aulacoseira granulata*; субдоминант – *Aphanizomenon flos-aquae*, относящиеся к группе планктонных и планктонно–бентосных космополитов.

Индекс биоразнообразия варьирует от 4.63 до 5.22. Индекс сапробности – 1.71, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Участок Е, это дельта р. Лены. Сведения о таксономическом составе различных участков дельты обобщены в работе И.И. Васильевой и П.А. Ремигайло [29]. По данным авторов фитопланктон здесь представлен 131 видом и разновидностью из семи отделов. По числу видов преобладают представители Bacillariophyta (57.3 % общего числа видов), Chlorophyta – на втором месте (24.4 %). Разнообразно представлены водоросли отдела Cyanophyta (14.5 %), из Xanthophyta встречено два вида, из Dinophyta, Chrysophyta и Rhodophyta – по одному виду. В основном это планктонно–бентосные, бентосные и эпифитные виды.

Таким образом, основу фитопланктона реки составляют диатомовые, доля которых в видовом составе 37.9 %, в численности – 55.1 %, в общей биомассе – 84.1 %. На втором месте – зелёные водоросли, их доля в видовом составе фитопланктона – 34.3 %, в сложении численности – 29.2 %, в общей биомассе – 11.0 %. Синезеленые водоросли, в планктоне р. Лены по числу видов и численности находятся на третьем месте, однако их доля в общей биомассе фитопланктона невелика. Золотистые водоросли по видовому богатству и численности занимают четвертую позицию в планктоне реки. Роль других отделов водорослей в сложении численности и биомассы фитопланктона реки незначительна.

Уровень развития фитопланктона повышается по направлению к устью реки, это связано с тем, что фитопланктон р. Лены обогащается за счёт приточной системы.

Согласно рассчитанным нами коэффициентам общности видового состава фитопланктона, наибольшую степень сходства имеют участки р. Лены, со смежным расположением и сходными условиями обитания водорослей (табл. 4).

Результаты кластерного анализа флоры показывают, что самые значительные различия характерны для флоры планктона дельты и остальной части реки. Несколько меньший флористический сдвиг отмечен после впадения р. Вилюй, на границе участков В и С (рис. 14).

На участке В р. Лены, где наблюдения проводились в сезонном аспекте, за период работ было выявлено 28 таксонов водорослей доминирующих в сообществе, это представители отделов диатомовых, зелёных, синезелёных и золотистых. Синезеленые водоросли входят в состав доминантов лишь в летний период. Представитель зеленых водорослей появляется в составе доминантов на участке ниже г. Якутска, а представитель золотистых – ниже устья р. Алдан.

Таблица 4.

Коэффициенты флористического сходства фитопланктона разных участков (А, В, С, D, Е) р. Лены

	В	С	D	Е
А	0.48	0.52	0.39	0.27
В		0.34	0.30	0.26
С			0.49	0.30
D				0.42

На участках А, С и D в комплекс доминантов входят представители отделов диатомовых, зелёных и синезелёных водорослей. Это главным образом космополиты, планктонные и планктонно–бентосные виды; один представитель бентоса отмечен среди доминантов только на участке А, где быстрое течение реки и относительно небольшие глубины способствуют попаданию в планктон реки заносных форм водорослей.

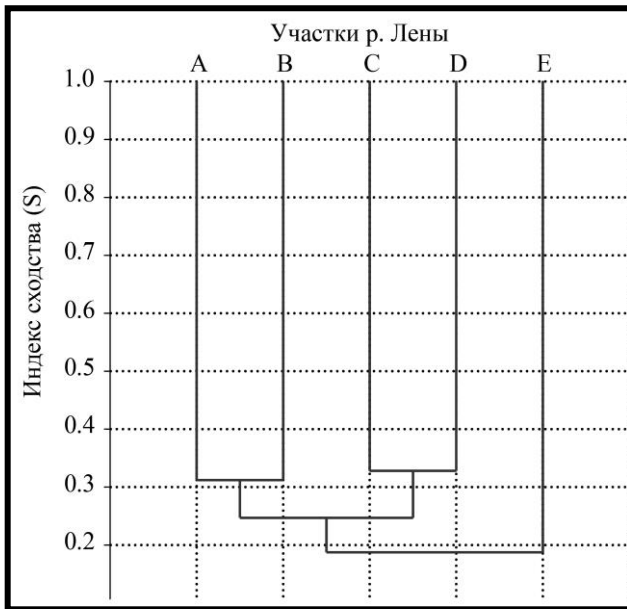


Рисунок 14. Дендрограмма флористического сходства планктона различных участков р. Лены

По берегам реки расположено несколько населенных пунктов, из которых наиболее крупные: п. Мохсоголлох, г. Покровск, г. Якутск, п. Сангар. Влияние инфраструктуры этих населенных пунктов на планктон русловой части реки незначительно и не сказывается на составе доминирующих видов. Однако, ниже п. Мохсоголлох, г. Покровска, г. Якутска, и в устье р. Вилюй отмечается некоторое повышение общей биомассы фитопланктона. Это связано с поступлением биогенов антропогенного характера со стоками с прибрежных территорий в районе перечисленных населенных пунктов.

4.2. Река Алдан

В результате собственных наблюдений [82], а также с учетом прежних данных [116] в составе планктона р. Алдан выявлено 323 вида водорослей (378 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 8 отделов, 13 классов, 24 порядков, 58 семейств, 103 родов (табл. 5).

Таблица 5.

Систематический состав флоры планктона р. Алдан

ОТДЕЛ	Ч И С Л О							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	10	13	26	26	2	8.0
Dinophyta	1	1	1	2	2	4	-	0.6
Chrysophyta	1	2	3	4	11	11	-	3.4
Xanthophyta	2	2	3	3	9	9	-	2.8
Bacillariophyta	2	5	17	34	155	203	9	48.0
Euglenophyta	1	1	1	3	6	6	-	1.9
Chlorophyta	2	8	22	42	112	117	10	34.7
Rhodophyta	1	1	1	2	2	2	-	0.6
Всего	13	24	58	103	323	378	21	100.0

По видовому богатству преобладают представители отдела диатомовых водорослей (48.0 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов зеленые (34.7 %). Разнообразно представлены синезеленые водоросли (8.0 %). Золотистых (3.4 %), желтозеленых (2.8 %), эвгленовых (1.9 %) – меньше. Динофитовые и красные водоросли имеют в своем составе по два вида. Основу выявленного сводного списка на 82.7 % составляют диатомовые и зеленые водоросли.

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (45.2 % видового состава), Chlorophyceae (23.8 %) и Conjugatophyceae (10.8 %); на уровне порядков – Raphales (36.5 %) и Chlorococcales (21.7 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 189 видов водорослей (58.5 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам диатомовых, зеленых и синезеленых: Naviculaceae (12.1 % видового состава), Scenedesmaceae (9.0 %), Desmidiaceae (6.8 %), Cymbellaceae (6.5 %), Fragilariaceae (6.2 %), Achnantheaceae (4.0 %), Nitzschiaceae (3.7 %), Oscillatoriaceae, Eunotiaceae и Gomphonemataceae (по 3.4 %). Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Алдан – 29, т. е. половина от их общего количества.

Ведущие по видовому богатству 10 родов, составляют 9.7 % всего родового состава и охватывают 43.0 % общего числа видов. Это представители отделов диатомовых и зеленых: *Scenedesmus* (7.1 % видового состава), *Cymbella* (6.2 %), *Navicula* (5.6 %), *Pinnularia* и *Cosmarium* (по 4.0 %), *Achnanthes* Bory, *Eunotia* и *Nitzschia* (по 3.4 %), *Gomphonema* (3.1 %), *Synedra* (2.8 %). 68.9 % всех родов водорослей планктона реки являются одно- и двувидовыми, причем на их долю приходится 27.9 % видового состава. Пропорции флоры 1:1.8:5.6:6.5. Родовая насыщенность 3.1, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.2.

В планктоне реки выявлен 21 вид водорослей новых для рек региона, а также новый род из отдела зеленых – *Polyedriopsis* Schmidle.

Специфических видов в планктоне Алдана – 57, это представители отделов Bacillariophyta (33 вида), Chlorophyta (15), Cyanophyta (6), Chrysophyta, Xanthophyta и Rhodophyta (по 1). Специфических родов в планктоне реки насчитывается 3, они принадлежат к отделам зеленых – *Ankyra* Fott и *Franceia* Lemm., и красных – *Audouinella* Bory.

Активность видов фитопланктона реки довольно невысока (табл. 6), среди особоактивных видов представители диатомовых и зеленых водорослей: *Achnanthes nodosa*, *Asterionella formosa*, *Cymbella silesiaca*, *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Hannaea arcus*, *Monoraphidium irregulare*, *M. komarkovae*, *Nitzschia acicularis*, *Synedra tabulata*, *S. ulna* и *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia*.

Таблица 6.

**Распределение видов фитопланктона р. Алдан
по группам активности**

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	5	1	0	0
Chrysophyta	4	3	0	0
Xanthophyta	2	0	0	0
Bacillariophyta	40	9	7	9
Euglenophyta	1	0	0	0
Chlorophyta	39	6	2	2
Всего	91	19	9	11

В фитопланктоне р. Алдан преобладают бентосные формы и эпибионты (41.3 % видового состава), водорослей смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний (25.1 %) и истинно–планктонных форм (15.6 %) меньше. Следует отметить, что для крупных рек по данным ряда авторов [156, 227], напротив, характерно преобладание планктонных организмов. Значительное число образцов в фитопланктоне реки объясняется большой протяженностью участка с быстрым течением и небольшими глубинами, что способствует попаданию водорослей–образователей в речной планктон, часть из которых при этом находит благоприятные условия для вегетации.

Скорость течения Алдана высокая на всем протяжении реки. Поэтому, несмотря на то, что доля видов, характерных для проточных водоемов (*Hannaea arcus* и *Meridion circulare*) не превышает 2.1 %, они отмечены в большинстве пунктов наблюдений. В планктоне Алдана также зафиксирована водоросль, предпочитающая хорошо аэрированные воды – представитель диатомей *Tetracyclus rupestris*.

Воды реки маломинерализованные [82], что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (65.6 %). Активная реакция вод Алдана меняется на различных участках от нейтральной до слабощелочной [82], поэтому значительна доля алкалифилов и алкалибионтов (24.1 %), а также индифферентов (22.5 %); ацидофилов и ацидобионтов (8.2 %) меньше.

По географической принадлежности основу фитопланктона р. Алдан составляют космополиты (55.8 %). Борейальных видов 10.3 %, среди них лишь один широко распространенный в реке вид – *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia*.

Наибольший интерес в связи с особенностями природных условий реки представляют альпийские и арктоальпийские организмы, доля которых в составе планктона Алдана составляет 7.4 %. К ним относятся распространенные здесь *Achnanthes nodosa* и *Hannaea arcus*. Альпийские и арктоальпийские виды, приуроченные к северным и горным областям, имеют заметную роль в фитопланктоне реки, что согласуется с географическим положением.

Доля представителей голарктического географического царства составляет 3.4 %, среди них один широко распространенный в Алдане планктонно–бентосный вид – *Monoraphidium komarkovae*.

Географическое положение Алдана объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. italica*, *Fragilaria virescens* var. *inaequidentata*, *Diatoma anceps*, *D. hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Tetracyclus rupestris*, *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia praerupta*, *E. praerupta* var. *bidens*, *E. pseudopectinalis*, *Gomphonema ventricosum*.

Среди водорослей, выявленных в составе планктона реки, 246 видов и разновидностей являются показателями сапробности, что составляет 65.1 % от общего числа таксонов. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще состав водорослей–индикаторов р. Алдан на 21.1 % образован β –мезосапробами формами, на 13.8 % – олигосапробами, на 37.4 % – видами, развивающимися в переходной зоне между β –мезо– и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 9.3 %, с низкими – 18.4 %. Индекс сапробности варьирует на р. Алдан в пределах от 0.84 до 2.21, и в среднем составляет 1.71 (что соответствует олиго– β –мезосапробной зоне самоочищения).

Выделенные участки реки имеют следующие особенности.

Верхний участок. В составе фитопланктона на этом участке выявлено 80 видов (89 внутривидовых таксонов) из пяти отделов. По числу видов преобладают диатомовые (61.3 % общего числа видов), им уступают зеленые (28.8 %), синезеленых меньше (6.3 %). Беден состав желтозеленых (2.8 %) и золотистых (1.3 %).

Количественные показатели развития фитопланктона в верховьях реки – 120.1 тыс. кл./л и 0.346 мг/л. По численности клеток основу фитопланктона составляют диатомовые (42.2 % общей численности фитопланктона) и синезеленые (40.2 %) водоросли, доля зеленых (17.4 %) меньше. Золотистые и желтозеленые водоросли (по 0.1 %) не имеют существенной роли. Биомасса составлена главным образом зелеными (55.8 % общей биомассы фитопланктона) и диатомовыми (44.1 %), доля представителей других отделов незначительна.

В планктоне доминируют пять видов диатомей: планктонно-бентосные и случайно планктонные космополитные *Cocconeis placentula*, *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Cymbella silesiaca*, *Navicula cryptocephala*, *Synedra ulna*.

Индекс видового разнообразия Нв варьирует по точкам отбора проб от 1.57 до 3.70. Индекс сапробности равен 1.76, что соответствует показателям олиго-β-мезосапробной зоны самоочищения.

Средний участок. Планктон среднего течения р. Алдан в видовом отношении богаче, чем в верховьях: в его составе отмечено 136 видов водорослей (155 внутривидовых таксонов) из 6 отделов. По видовому обилию по-прежнему преобладают диатомовые, однако их доля несколько снижается в сравнении с верховьями реки (52.2 % общего числа видов). По сравнению с предыдущим участком возрастает вклад во флору планктона представителей других отделов водорослей, главным образом зеленых (30.9 %) и золотистых (7.4 %). Разнообразен видовой состав синезеленых водорослей (6.6 %); доля желтозеленых (2.2 %) и эвгленовых (0.7 %) – меньше.

Уровень вегетации фитопланктона в среднем течении реки ниже, чем в верховьях – 52.2 тыс. кл./л, 0.121 мг/л. По количественному развитию в планктоне среднего участка реки доминируют диатомеи, их доля в общей численности фитопланктона составляет 72.5 %, в биомассе – 82.8 %. Зеленые водоросли по уровню вегетации на втором месте (23.2 % общей численности и 15.7 % общей биомассы фитопланктона). Доля представителей других отделов водорослей незначительна.

Следует отметить, что в планктоне устья р. Миль (левый приток среднего Алдана), роль зеленых (33.3 % видового состава; 58.7 % численности), золотистых (18.5 % видового состава; 7.4 % общей численности клеток в пробе) и эвгленовых водорослей (3.7 % видового состава; 21.8 % общей биомассы) выше, чем в самом Алдане. Река Миль отличается от Алдана по гидрологическим условиям: это типично равнинная река, протекающая по заболоченной низменности, скорость ее течения в устье не превышает 0.4 м/с.

Состав фитопланктона устьевое участка р. Учур (правый приток) сходен с самим Алданом – в нем доминируют диатомеи (87.5 % видового состава; 93.1 % численности; 99.6 % биомассы). Алдан на этом участке сохраняет горный характер и высокую скорость течения, Учур протекает по Алданскому нагорью, это также типично горная река, скорость ее течения в устье 1.3 м/с.

Набор структурообразующих видов фитопланктона Алдана по сравнению с верховьем меняется незначительно, это по-прежнему представители диатомей *Nitzschia acicularis*, *Diatoma elongatum* var. *tenue*,

Achnanthes nodosa, *Cymbella silesiaca*, *Cocconeis placentula*. Доминируют на этом участке планктонно–бентосные и случайно планктонные формы, космополиты и один представитель арктоальпийской флоры.

Индекс биоразнообразия в среднем течении реки меняется по пунктам отбора проб от 2.24 до 4.08. Индекс сапробности составляет 1.63, что также соответствует показателям олиго–β–мезосапробной зоны самоочищения.

Нижний участок. По видовому обилию фитопланктон в нижнем течении реки богаче, чем на вышележащих участках: 170 видов (186 внутривидовых таксонов) из 7 отделов. В фитопланктоне нижнего течения Алдана в сравнении с верхним и средним участками реки значительно возрастает роль зеленых водорослей (44.7 % общего числа видов), доля диатомовых водорослей уменьшается – 40.0 %. Разнообразно представлены синезеленые (4.7 %) и золотистые (4.1 %) водоросли, эвгленовых и желтозеленых меньше (по 2.9 %), динофитовые представлены одним видом.

Численность клеток фитопланктона по сравнению с вышерасположенным участком возрастает (103.3 тыс. кл./л), а биомасса несколько снижается (0.085 мг/л). Низкий показатель биомассы при большой численности клеток планктона объясняется тем, что в низовьях реки лучше развиваются мелкоклеточные истинно–планктонные формы водорослей, а обилие крупноклеточных случайно планктонных форм меньше, чем в верхнем и среднем течении. В низовьях глубина реки возрастает, и занос в планктон водорослей из обрастаний за счет турбулентности и взмучивания сокращается.

Диатомовые водоросли доминируют по показателям количественного развития (39.4 % от общей численности; 61.9 % общей биомассы фитопланктона), но их значение снижается в сравнении со средним участком Алдана, а роль представителей других отделов возрастает. В отношении численности наряду с диатомеями большую роль играют синезеленые (30.3 %) и зеленые (20.2 %) водоросли, биомассы – зеленые (20.9 %).

Следует отметить, что в планктоне устьев левобережных притоков нижнего Алдана роль зеленых, синезеленых, золотистых и эвгленовых водорослей более заметна, чем в основном русле реки и в устьях правых притоков.

Так, в левых притоках нижнего Алдана – реках Нотора, Амга, Татта – по числу видов доминируют зеленые водоросли (соответственно 57.4 %, 56.7 % и 64.8 % видового состава; а в р. Куолума – зеленые (36.4 %), золотистые и синезеленые (по 13.6 %). По численности клеток в первых трёх притоках доминируют зеленые водоросли

(соответственно 58.7, 75.1, 90.1 %); в р. Куолума – синезеленые (64.8 %) и золотистые (19.2 %). По биомассе в р. Нотора доминируют зеленые (64.6 %), в р. Татта – зеленые (48.8 %) и эвгленовые (29.4 %), а в р. Куолума – синезеленые (45.0 %) и золотистые (40.7 %) водоросли.

В правобережных притоках Алдана – реках Аллах–Юнь, Тукулан, Келе – как по видовому обилию (63.6, 93.3, 62.1 % соответственно), так и по численности (66.7, 96.0, 71.1 %) и биомассе (52.9, 99.7, 85.2 %) доминируют исключительно диатомеи.

Как отмечено выше, левобережные притоки отличаются от правобережных и самого Алдана по гидрологическим условиям: это типично равнинные реки, протекающие по обширным низинам левой части бассейна нижнего Алдана, их скорость течения составляет 0.3–0.5 м/с. Алдан же сохраняет высокую скорость до самого устья, как и быстротекущие правые притоки, пролегающие в областях с горным рельефом.

Набор структурообразующих видов фитопланктона низовьев Алдана несколько меняется в сравнении с верхним и средним участками: *Nitzschia acicularis*, *Achnanthes nodosa*, *Synedra tabulata*, *Monoraphidium irregulare*, *Synedra acus*. В составе доминантов наряду с диатомеями появляется представитель зеленых водорослей *Monoraphidium irregulare*, кроме планктонно–бентосных и случайно планктонных форм зарегистрирован один истинно планктонный вид *Synedra acus*.

Индекс биоразнообразия в низовьях реки варьирует от 1.91 до 4.17. Индекс сапробности – 1.74, что соответствует показателям олиго–β–мезосапробной зоны самоочищения.

Таким образом, видовое богатство и индекс биоразнообразия водорослей планктона р. Алдан повышается от верхнего участка к нижнему. Большое влияние на характеристики фитопланктона Алдана оказывает заносная флора, в видовом отношении фитопланктон обогащается за счет приточной системы. Полученные сведения о водорослях планктона реки свидетельствуют об их относительном видовом разнообразии.

Таксономическая структура сообществ планктонных водорослей неоднородна на различных участках реки. В верхнем и среднем течении Алдана по числу видов в фитопланктоне преобладают диатомеи. В среднем течении реки увеличивается доля представителей других отделов, главным образом зеленых водорослей. В нижнем течении сохраняется тенденция к уменьшению роли в видовом составе фитопланктона диатомей, а зеленые водоросли выходят на первое место по видовому обилию.

По уровню количественного развития основу фитопланктона на участках среднего и нижнего течения Алдана составляют диатомовые водоросли. В верховьях в условиях горной реки с небольшими глубинами велика роль заносных видов, попадающих в планктон из обрастаний. За счет заносных мелкоклеточных нитчаток *Oscillatoria subtilissima* и *Anabaena aequalis* в планктоне верховьев реки отмечена повышенная численность синезеленых водорослей. А за счет случайно–планктонных крупноклеточных форм родов *Spirogyra* Link и *Mougeotia* Ag. здесь зафиксирован высокий уровень биомассы зеленых водорослей.

Особенности рельефа правой и левой частей бассейна Алдана обуславливают различие гидрологических условий право– и левобережных притоков реки. Вследствие этого горные правые притоки характеризуются преобладанием в планктоне диатомей, в планктоне же типично равнинных левобережных притоков создаются благоприятные условия для развития зеленых, синезеленых, золотистых и эвгленовых водорослей. Обогащение планктонных сообществ русловой части Алдана в видовом и количественном отношении происходит преимущественно под воздействием планктона, попадающего в реку из левобережных притоков.

Наибольший уровень количественного развития фитопланктона отмечен в верховье реки. Это связано, во–первых, с большим влиянием на этом участке реки заноса водорослей из обрастаний, а во–вторых, с межгодовыми изменениями развития планктона, так как в верховье и в остальной части реки наблюдения были проведены в разные годы. На среднем и нижнем участках Алдана отмечена тенденция к понижению уровня количественных показателей по направлению к устью, что связано с увеличением глубины реки и уменьшением заноса водорослей из обрастаний. В планктоне возрастает роль мелкоклеточных истинно–планктонных видов. Пик численности фитопланктона на нижнем участке реки обусловлен массовым развитием мелкоклеточных планктонных водорослей в устьевых участках левых притоков Алдана – реках Нотора (127.5 тыс. кл./л), Куолума (937.0 тыс. кл./л) и Татта (200.5 тыс. кл./л). В русловой части нижнего Алдана показатели численности фитопланктона значительно ниже и не превышают 104.4 тыс. кл./л.

Основные факторы, сдерживающие развитие планктонных водорослей Алдана – высокая скорость течения и низкое содержание в водах минеральных элементов и биологически доступных биогенных веществ. Это определяет невысокие показатели численности и биомассы водорослей, которые варьируют по различным пунктам отбора проб в пределах 13.9–937.0 тыс. кл./л и 0.017–1.398 мг/л соответственно.

Согласно рассчитанным нами коэффициентам общности видового состава фитопланктона для разных участков реки высокую степень сходства имеют средний и нижний участки (0.69), что объясняется их смежным расположением и сходными условиями обитания водорослей. Низкий коэффициент флористического сходства фитопланктона верхнего и нижнего участков (0.27) обусловлен их взаимной удаленностью и различием гидрологических условий. Низкая степень сходства видового состава фитопланктона пар участков верхний – средний (0.32) и верхний – нижний, обусловлена еще и тем, что альгологический материал в верхнем и среднем–нижнем течении был отобран в разные годы.

Графическая интерпретация кластерного анализа показывает, что самый крупный флористический сдвиг происходит на границе верхнего и среднего участков реки (пункты 7 и 8) (рис. 15). Более мелкие сдвиги отмечены при впадении крупных притоков, таких как Учур (пункт 15), Миль (пункт 19), Нотора (пункт 29), Куолума (пункт 32).

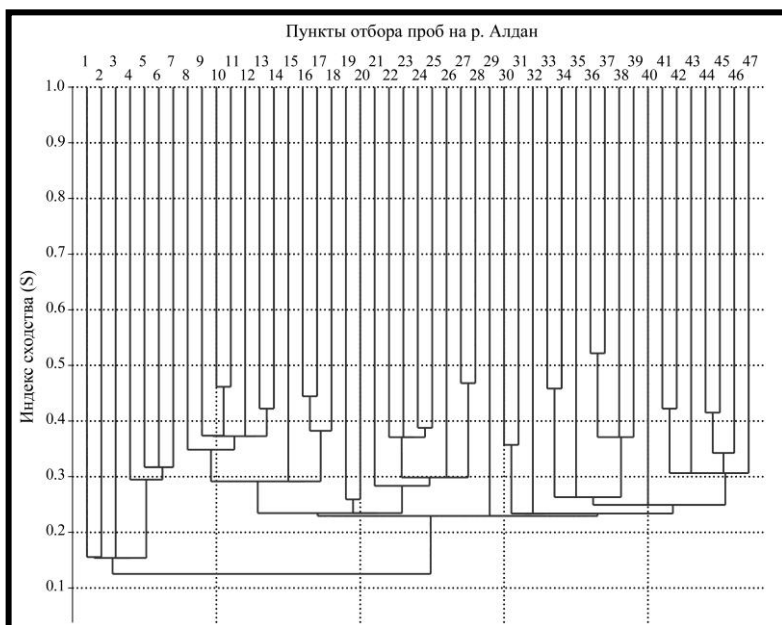


Рисунок 15. Дендрограмма флористического сходства фитопланктона различных пунктов отбора проб на р. Алдан

Состав доминантов фитопланктона достаточно однороден на всех исследованных участках реки. Высокая скорость течения р. Алдан обуславливает наличие среди доминантов планктонно–бентосных и бентосных диатомовых; географическое положение реки объясняет присутствие представителя арктоальпийской флоры. В нижнем течении реки, в состав доминантов кроме диатомовых входит представитель зеленых водорослей, а также наряду со случайно планктонными водорослями появляется истинно–планктонный вид.

Индекс биоразнообразия (Hb) фитопланктона р. Алдан в среднем и нижнем течении реки выше, чем в верховьях.

4.3. Река Вилюй

На основе оригинальных данных о фитопланктоне р. Вилюй (в среднем и нижнем течении) и Светлинского водохранилища, а также с учетом сведений других авторов, исследовавших верхнее течение Вилюя [188] и Вилюйское водохранилище [28, 104, 181] в планктоне реки выявлено 649 видов водорослей (770 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 8 отделов, 13 классов, 34 порядков, 83 семейств, 170 родов (табл. 7).

Таблица 7.

Систематический состав фитопланктона р. Вилюй и каскада его водохранилищ

ОТДЕЛ	Ч И С Л О							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разно- вид- ностей	новых видов и разно- видностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	7	19	26	85	99	3	13.1
Dinophyta	1	2	2	4	13	16	1	2.0
Chrysophyta	1	4	8	15	42	48	1	6.5
Xanthophyta	2	3	7	14	28	28	1	4.3
Bacillariophyta	2	5	17	36	217	282	17	33.4
Euglenophyta	1	2	3	6	21	23	1	3.2
Chlorophyta	2	10	26	68	242	273	39	37.3
Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	-	0.2
Всего	13	34	83	170	649	770	63	100.0

По видовому богатству преобладают представители отдела зеленых водорослей (37.3 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов диатомовые (33.4 %). Разнообразно представлены синезеленые (13.1 %) и золотистые (6.5 %) водоросли. Желтозеленых (4.3 %), эвгленовых (3.2 %) и динофитовых (2.0 %) – меньше; из отдела красных водорослей выявлен один вид. Основу выявленного сводного списка на 70.7 % составляют диатомовые и зеленые водоросли.

На уровне классов выделяется Pennatophyceae (31.0 % видового состава), Chlorophyceae (18.8 %) и Conjugatophyceae (18.5 %); на уровне порядков – Raphales (25.4 %), Desmidiaceae (17.1 %) и Chlorococcales (14.3 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 319 видов водорослей (49.2 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам диатомовых, зеленых, золотистых, синезеленых и эвгленовых: Desmidiaceae (12.6 % видового состава), Naviculaceae (6.9 %), Closteriaceae (4.5 %), Fragilariaceae, Nitzschiaceae и Scenedesmaceae (по 4.2 %), Oscillatoriaceae и Cymbellaceae (по 3.4 %), Synuraceae и Euglenaceae (по 2.9 %). Одно- и двувидовых семейств в планктоне р. Виллой насчитывается 37 (44.6 % от их общего количества).

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Виллой указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 10 ведущих родов, составляющих 5.9 % всего родового состава, охватывают 31.6 % общего числа видов. Это представители отделов диатомовых, зелёных, золотистых и синезеленых: *Closterium* (4.5 % видового состава), *Cosmarium* (4.3 %), *Nitzschia* (3.9 %), *Scenedesmus* и *Staurastrum* (по 2.9 %), *Navicula*, *Eunotia*, *Cymbella*, *Mallomonas* и *Anabaena* (по 2.6 %). Одно- и двувидовыми являются 68.2 % всех родов водорослей планктона реки, причем на их долю приходится 24.2 % видового состава. Пропорции флоры 1:2.0:7.8:9.3. Родовая насыщенность 3.8, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.2.

В планктоне реки выявлено 63 вида водорослей новых для рек региона, а также два новых рода из отделов золотистых – *Stellexomonas* Laskey, и желтозеленых – *Isthmochloron* Skuja.

61 вид, выявленный в фитопланктоне Виллы, является специфичным для реки, это представители отделов Chlorophyta (32 вида), Bacillariophyta (18), Cyanophyta (4), Dinophyta, Chrysophyta и Euglenophyta (по 2) и Xanthophyta (1). Специфичными являются 27 родов, большая часть которых принадлежит к отделу зеленых – *Aphanochaete* A. Br., *Carteria* Diesing, *Chaetophora* Schrank., *Chloroplana* Hollerb., *Fernandinella* Chod., *Hormotila* Borzi, *Nautococcus* Korsch. и *Palmella* Lyngb.; а также желтозеленых – *Arachnochloris* Pasch., *Botrydiopsis* Borzi, *Chlorogibba* Geitl., *Chloropedia* Pasch., *Gloeobotrys*

Bohlin, *Heterodesmus* Ettl, *Tetraedriella* Pasch., *Vischeria* Pasch.; золотистых – *Chrysamoeba* Klebs, *Conradocystis* Hollande, *Lagynion* Pasch., *Mallomonopsis* Matvienko, *Ochromonas* Wyssotzki и *Stephanoporus* Conrad et Pasch.; и синезеленых – *Aulosira* Kirchn., *Chlorogloea* Wille, *Holopedia* Lagerh., *Pleurocapsa* Thur., *Westiella* Borzi.

Активность видов фитопланктона Вилюя одна из самых высоких среди исследованных нами рек (табл. 8). Группы высоко- и особоактивных видов объединяют в сумме 61 таксон из отделов диатомовых, зеленых, синезеленых, динофитовых и золотистых водорослей.

Таблица 8.

Распределение видов фитопланктона р. Вилюй по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	8	10	2	0
Dinophyta	5	0	2	0
Chrysophyta	5	2	1	1
Xanthophyta	5	2	0	0
Bacillariophyta	46	20	17	18
Euglenophyta	9	1	0	0
Chlorophyta	78	40	9	11
Всего	156	75	31	30

В фитопланктоне р. Вилюй преобладают водоросли смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний и истинно–планктонные формы (43.0 % видового состава), бентосных и эপিбионтов (31.2 %) меньше.

Скорость течения р. Вилюй относительно невелика, поэтому реофилов в фитопланктоне немного (1.4 %), а водорослей, предпочитающих непроточные воды, 9.1 %. Анализ видового состава фитопланктона р. Вилюй по отношению к скорости течения свидетельствует о преобладании индифферентов (20.6 % от общего числа таксонов).

Воды р. Вилюй маломинерализованные [72, 104], что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (56.4 %). Активная реакция вод нейтральная, поэтому значительна доля индифферентов (16.4 %); алкалифилов и алкалибионтов (в сумме 15.6 %), а также ацидофилов и ацидобионтов (6.6 %) – меньше. По географической принадлежности основу фитопланктона р. Вилюй составляют космополиты (51.8 %).

Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий реки, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в планктоне Вилюя составляет 4.1 %. Бореальных и циркумбореальных видов меньше – 7.1 %. Доля представителей голарктического географического царства – 5.6 %.

Особые климатические условия обуславливают присутствие stenothermных холодолюбивых диатомей, найденных в планктоне р. Вилюй: *Aulacoseira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. islandica*, *A. italica*, *Fragilaria virescens* var. *inaequidentata*, *Diatoma anceps*, *D. hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Tetracyclus emarginatus*, *T. rupestris*, *Navicula amphibola*, *Gyrosigma acuminatum*, *Pinnularia brevicostata*, *Eunotia praerupta*, *E. praerupta* var. *bidens*, *E. praerupta* var. *inflata*, *Gomphonema ventricosum*.

Среди выявленных в планктоне реки водорослей 440 видов и разновидностей являются водорослями–показателями сапробности, что составляет 57.1 % от общего числа таксонов. Состав водорослей–индикаторов сапробности реки Вилюй на 19.3 % образован β–мезо–сапробными формами, 20.7 % – олигосапробными, 32.5 % – видами, развивающимися в переходной зоне между β–мезо– и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 9.5 %, с низкими – 18.0 %. Индекс сапробности варьирует по пунктам наблюдений на р. Вилюй в пределах от 1.20 до 1.91, и в среднем составляет 1.65 (что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочистения).

Отдельные участки Вилюя характеризуются следующими особенностями.

Верхнее течение р. Вилюй. Фитопланктон верхнего течения реки и акватории Вилюйского водохранилища были исследованы сотрудниками ИБПК СО РАН в рамках комплексных работ по изучению водных экосистем Вилюя при проектировании и строительстве Вилюйской ГЭС [28, 104, 188]. Исследователями было зарегистрировано 194 видовых и внутривидовых таксона водорослей, среди них: Cyanophyta – 20, Dinophyta – 2, Chrysophyta – 7, Xanthophyta – 2, Bacillariophyta – 100, Euglenophyta – 1, Chlorophyta – 61, Rhodophyta – 1. Количество видов в пробах варьирует от 18 до 35 в русле реки, и от 24 до 56 – в устьях притоков.

Численность и биомасса фитопланктона были низкими и в среднем составляли соответственно 2.6 тыс. кл./л и 0.002 мг/л.

Основной комплекс доминантов, по данным исследователей, был представлен планктонными и бентосными видами диатомовых: *Aulacoseira italica*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia* и хлорококковых водорослей: *Monoraphidium contortum* [188].

Вилойское водохранилище. В результате многолетних исследований в составе фитопланктона Вилойского водохранилища авторами [28, 104] определено 316 видов и разновидностей водорослей, включая: Cyanophyta – 66, Dinophyta – 6, Chrysophyta – 39, Xanthophyta – 15, Bacillariophyta – 121, Euglenophyta – 4, Chlorophyta – 65. Для флоры планктона Вилойского водохранилища отмечено таксономическое разнообразие диатомей. По сравнению с альгофлорой верхнего Вилоя в искусственном водоеме выше доля золотистых и желтозеленых водорослей. Эвгленовые и динофитовые водоросли развивались ограниченно на отдельных мелководных участках. В систематическом отношении первые ранговые места занимают семейства Naviculaceae, Fragilariaceae, Oscillatoriaceae.

Установлено, что на начальном этапе заполнения водоема (1967-1971 гг.), в связи с понижением скорости течения и уменьшением влияния притоков, в составе альгогруппировок увеличилась доля участия синезеленых и золотистых водорослей и уменьшился процент зеленых водорослей. Летом вследствие антропогенной евтрофикации интенсивно вегетировал вид *Aphanizomenon flos-aquae* с численностью до $2.0 \cdot 10^8$ – $4.8 \cdot 10^8$ кл./л, что вызывало «цветение» воды на отдельных участках и лимитировало развитие представителей других отделов водорослей, в том числе и диатомовых, которые на этом этапе по степени доминирования занимали второе место. Наиболее интенсивно из них развивались *Aulacoseira granulata* и *Tabellaria fenestrata* [177].

В период поэтапного подтопления территории ложа (1972–1975 гг.) отмечены небольшие изменения в составе ведущего комплекса видов. В летний период обилие фитопланктона возрастало за счет развития синезеленых, зеленых и золотистых водорослей. На речных участках интенсивно вегетировали *Aulacoseira italica*, *Asterionella formosa* и виды рода *Diatoma*. На озеровидных плесах вызывали интенсивное «цветение» *Aphanizomenon flos-aquae* и представители рода *Anabaena*. Наиболее продуктивными по развитию фитопланктона в этот период были средние участки водохранилища – Кусагано–Беляхский, Дуранинский и устьевая зона Чонского разлива [104].

В период становления гидрохимического и гидробиологического режимов водохранилища, достигшего запланированного объема (1976–1980 гг.), наиболее разнообразным был планктон мелководных, прогреваемых участков озеровидных заливов. В пределах русловых и глубоководных зон по обилию преобладали диатомовые из родов *Melosira*, *Aulacoseira*, *Synedra*, *Fragilaria*, *Eunotia*, *Navicula*, *Gomphonema*. Из зеленых по развитию выделялись *Sphaerocystis* и *Dictyosphaerium*.

В последующие годы (1981–1990 гг.) наблюдалась относительная стабилизация гидробиологического режима водных масс водоема. Отмечено снижение роли синезеленых водорослей. В планктоне были разнообразно представлены золотистые водоросли из родов *Mallomonas* и *Dinobryon*. Увеличение разнообразия биотопов, образовавшихся в пределах многочисленных заливов, способствовало общему увеличению таксономического состава альгофлоры Виллойского водохранилища за счет развития синезеленых, золотистых, вольвоксовых и хлорококковых водорослей.

Авторы констатируют поэтапную смену доминантных видов в Виллойском водохранилище. В период его заполнения (численность до $4.8 \cdot 10^8$ кл./л, биомасса до 7800 мг/л) интенсивно развивались, вызывая «цветение» воды, синезеленые водоросли. После стабилизации уровня воды шло увеличение численности диатомовых и золотистых водорослей и снижение развития синезеленых. Численность фитопланктона колебалась в период наблюдений от $19.0 \cdot 10^3$ кл./л до $498.0 \cdot 10^3$ кл./л, биомасса – от 0.110 мг/л до 1.38 мг/л.

Индекс сапробности варьирует в различные годы от 1.56 до 1.84, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Светлинское водохранилище. Исследования фитопланктона Светлинского водохранилища, а также среднего и нижнего Вилля были предприняты нами в июне 2010 г. (14.06–25.06). В составе фитопланктона Светлинского водохранилища выявлен 121 вид (133 внутривидовых таксона) из семи отделов. По числу видов преобладают диатомовые (47.9 % общего числа видов), им уступают зелёные (35.5 %). Синезелёных (8.3 %) и эвгленовых (3.3 %) меньше. Беден состав динофитовых (2.5 %) и золотистых (1.7 %). Из желтозеленых встречен лишь один вид.

Следует отметить, что видовой состав фитопланктона был беден в слабо прогретой верхней зоне водохранилища, и обогащался по направлению к нижней зоне. Пониженная температура воды в приплотинном районе обусловлена глубинным сбросом холодных придонных вод из расположенного выше Виллойского водохранилища. За счет поступления вод лишенных водорослей из нижних слоев Виллойского водохранилища происходит обеднение фитопланктона Светлинского водохранилища. Такое же явление было отмечено исследователями в нижнем бьефе Красноярского водохранилища [174, 226]. Обогащение видовой состава фитопланктона водохранилища происходит, за счет водорослей попадающих из хорошо прогреваемых мелководных притоков, а также за счет автохтонно развивающегося планктона в лучше прогретой нижней зоне водохранилища. Так, в двух

пробах взятых непосредственно ниже плотины Виллойского водохранилища (в верхней зоне Светлинского водохранилища) было выявлено 25 и 26 таксонов водорослей. В пробе из устья р. Улахан Ботубуя количество таксонов возрастает до 56, далее повышается по направлению к нижней зоне водохранилища, и достигает 69 таксонов водорослей в одной из проб отобранной по фарватеру.

Количественные показатели развития фитопланктона Светлинского водохранилища, в период наших наблюдений отмечены низкие – 4.8 тыс. кл./л и 0.010 мг/л. Основу фитопланктона составляют диатомовые водоросли (79.1 % общей численности и 67.3 % общей биомассы фитопланктона), вклад зеленых меньше (20.3 % численности и 22.7 % биомассы), доля представителей других отделов незначительна.

В планктоне доминируют два вида диатомей, образующие длинные цепочковидные и лентовидные колонии. Это планктонно-бентосный *Diatoma hiemale* и случайно планктонный *Diatoma hiemale* var. *mesodon*. Оба этих вида индифферентны по отношению к скорости течения, что согласуется с особенностями гидрологических условий водохранилища. Кроме того, оба доминанта являются холодолюбивыми видами.

Следует также отметить, что в пробах взятых непосредственно ниже плотин Виллойской и Светлинской ГЭС у водорослей не отмечено механических повреждений. Более того, длинные лентовидные и цепочковидные колонии *Diatoma hiemale* и *Diatoma hiemale* var. *mesodon* остаются ниже плотины неповрежденными.

Индекс видового разнообразия варьирует по точкам отбора проб от 2.76 до 4.63. Минимальный индекс биоразнообразия отмечен в верхней зоне водохранилища. Биоразнообразие повышается в нижней зоне, главным образом в пробах, отобранных по фарватеру, а также в устье притока. Индекс сапробности – 1.41, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Среднее течение р. Виллой. В планктоне среднего участка р. Виллой выявлен 291 вид водорослей (331 внутривидовой таксон) из 7 отделов. По видовому обилию на первое место выходят зеленые водоросли (43.0 % общего числа видов). Диатомовые на втором месте (38.5 %). Разнообразно представлены синезелёные (9.3 %); эвгленовых (3.1 %), золотистых (2.7 %), желтозеленых и динофитовых (по 1.7 %) – меньше. Следует отметить, что количество видов в пробах, отобранных на этом участке реки значительно выше, чем в Светлинском водохранилище, и варьирует от 69 до 124.

Уровень вегетации фитопланктона в среднем течении р. Виллой значительно выше, чем в Светлинском водохранилище и составляет 40.0 тыс. кл./л, 0.111 мг/л. По количественному развитию в планктоне

среднего участка реки по-прежнему доминируют диатомеи, их доля в общей численности фитопланктона составляет 76.1 %, в биомассе – 79.3 %. Зеленые водоросли на втором месте (16.3 % численности, 19.7 % биомассы фитопланктона). Роль синезеленых водорослей в составе численности фитопланктона возрастает, в сравнении с вышележащим участком (7.5 %). Вклад водорослей других отделов в количественном развитии фитопланктона незначителен.

Набор структурообразующих видов фитопланктона среднего течения р. Вилюй, меняется в сравнении со Светлинским водохранилищем, но это по-прежнему представители диатомей: *Asterionella gracillima* и *Diatoma elongatum* f. *actinastroides*, образующие звездчатые колонии, а также *Synedra ulna*. Доминанты на этом участке реки, это планктонные и планктонно-бентосные формы, космополиты.

Индекс биоразнообразия в среднем течении реки меняется по пунктам отбора проб от 4.02 до 5.03. Индекс сапробности – 1.76, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Нижнее течение р. Вилюй. Видовое обилие фитопланктона в нижнем течении реки сохраняется примерно на том же уровне, что и на вышележащем участке – 275 видов (309 внутривидовых таксона) из 7 отделов. Роль зелёных водорослей в видовом составе фитопланктона на данном участке реки еще более возрастает (51.3 % общего числа видов). Диатомовые водоросли на втором месте по видовому богатству (32.0 % общего числа видов), но их доля в фитопланктоне нижнего течения р. Вилюй, уменьшается в сравнении с вышерасположенными участками. Разнообразно представлены синезелёные водоросли (5.8 %); золотистых и эвгленовых (по 3.1 %), жёлтозелёных (2.9 %) и динофитовых (1.5 %) меньше. Число видов в пробах, отобранных в низовье реки больше, чем на вышерасположенных участках, и варьирует от 93 до 148.

В планктоне этого участка реки нами встречена золотистая водоросль *Stelexomonas dichotomus*, для которой в Сибири указано лишь несколько местонахождений в бассейне р. Обь [14, 153, 203], р. Енисей [175]. Наша находка этого вида – первая для рек Восточной Сибири.

Количественные показатели развития фитопланктона нижнего течения р. Вилюй еще более возрастают в сравнении, с вышерасположенными участками реки – 148.8 тыс. кл./л, 0.110 мг/л. Основу численности и биомассы фитопланктона по-прежнему составляют диатомовые (61.8 % общей численности и 94.4 % общей биомассы фитопланктона). Зеленые водоросли по количественному развитию на втором месте (27.9 % общей численности, 4.7 % общей биомассы).

Синезеленые водоросли составляют 9.3 % общей численности планктонных водорослей. Вклад водорослей других отделов в количественном развитии фитопланктона нижнего Вилюя незначителен.

Комплекс доминантов фитопланктона низовья р. Вилюй несколько меняется в сравнении со средним течением реки. В их составе наряду с диатомовыми появляется представитель зеленых водорослей: *Aulacoseira distans*, *Monoraphidium irregulare*, *Asterionella gracillima*, *Synedra ulna*.

Индекс биоразнообразия в низовье р. Вилюй варьирует от 4.06 до 5.76. Индекс сапробности – 1.63, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Таким образом, уровень видового разнообразия водорослей планктона р. Вилюй, повышается по направлению к устью реки, исключением является Вилюйское водохранилище, где более высокое видовое богатство обусловлено большим разнообразием биотопов.

Полученные сведения о фитопланктоне Вилюя, свидетельствуют о его значительном видовом разнообразии, по этому показателю он уступает лишь р. Лене. Вилюй и Лена выделяются по числу выявленных видов водорослей, среди других исследованных нами рек. Очевидно это результат многолетних наблюдений с сезонной периодичностью. Однако для участка Вилюя, где сборы были разовые (Светлинское водохранилище, среднее и нижнее течение реки) нами выявлено 383 вида водорослей, что уступает только данным по Колыме (404 вида).

Река Вилюй единственная из крупных рек Восточной Сибири, протекающая не в меридиональном, а в широтном направлении. Борта бассейна Вилюя простираются от среднетаежной зоны на юге (правая часть бассейна), до Заполярья и лесотундровой зоны на севере (левая часть бассейна). Согласно положениям концепции речного континуума, планктон реки испытывает влияние притоков и водоемов бассейна [276]. Вероятно, разнообразие биотопов и типов водоемов бассейна реки способствует обогащению видового состава Вилюя, причем это происходит на всем протяжении реки.

Отмеченное для планктона р. Вилюй относительно высокое число видов эвгленовых, очевидно обусловлено повышенным содержанием органических веществ и биогенных элементов [104]. Возможно, это связано также с заносом представителей эвгленовых из стоячих водоемов бассейна реки со слабокислой реакцией среды [72].

Следует отметить высокую позицию Desmidiaceae в спектре семейств фитопланктона р. Вилюй, а также преобладание маловидовых семейств и родов.

Таксономическая структура сообществ планктонных водорослей р. Виллой неоднородна на различных участках реки. В фитопланктоне верхнего Вилюя, Вилюйского и Светлинского водохранилищ по числу видов господствуют диатомеи. В среднем и особенно нижнем течении р. Виллой, увеличивается доля представителей зелёных водорослей, которые выходят на первое место по видовому обилию.

Преобладание планктонных и планктонно–бентосных организмов в составе фитопланктона р. Виллой, по данным ряда авторов [156, 227] характерно для крупных рек.

По количественному развитию основу фитопланктона на всем протяжении реки составляют диатомовые водоросли с участием зеленых. Лишь в планктоне Вилюйского водохранилища исследователями неоднократно отмечены вспышки развития синезеленых [104]. Уровень вегетации водорослей в этом искусственном водоеме намного выше (до $498.0 \cdot 10^3$ кл./л и 1.380 мг/л), чем на других участках Вилюя.

На участке среднего и нижнего течения р. Виллой уровень количественного развития фитопланктона возрастает по направлению к устью реки, обогащаясь за счёт приточной системы.

Наиболее низкий уровень численности и биомассы водорослей отмечен в планктоне Светлинского водохранилища. Здесь развитие фитопланктона сдерживается из–за низкой температуры воды, особенно в верхней зоне водоема. Термический режим Светлинского водохранилища формируется под влиянием расположенного выше, более крупного и глубоководного Вилюйского водохранилища (его объем 40.5 км³, глубина до 70 м). Пониженная температура воды в верхней зоне Светлинского водохранилища, которая в период наших наблюдений составляла 4°С, обусловлена глубинным сбросом холодных придонных вод из Вилюйского водохранилища. В мелководном Светлинском водохранилище вода прогревается лучше (до 8.2° в нижней зоне). Особенности температурного режима водохранилища обусловлено доминирование в планктоне холодолюбивых видов водорослей. Обеднение фитопланктона в Светлинском водохранилище происходит также за счет поступления вод лишенных водорослей из нижних слоев Вилюйского водохранилища.

Согласно рассчитанным нами коэффициентам общности видового состава фитопланктона, наибольшую степень сходства имеют участки р. Виллой, со смежным расположением и сходными условиями обитания водорослей (табл. 9).

Как видно на рисунке 16, по флористическому составу в один крупный кластер выделены верхнее течение и Вилюйское водохранилище, а в другой кластер Светлинское водохранилище, среднее и нижнее течение реки. В меньший кластер выделены среднее и нижнее течение Вилюя.

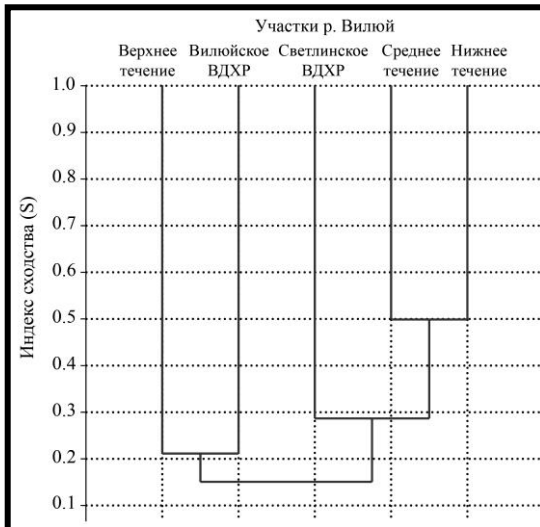
Таблица 9.

**Коэффициенты флористического сходства фитопланктона
разных участков р. Вилюй**

	Вилюйское водохранилище	Светлинское водохранилище	Среднее течение	Нижнее течение
Верхнее течение	0.35	0.29	0.31	0.27
Вилюйское водохранилище		0.20	0.27	0.23
Светлинское водохранилище			0.46	0.43
Среднее течение				0.67

В состав доминантов входят планктонные, планктонно–бентосные и бентосные диатомовые. В низовье реки среди доминантов кроме диатомовых появляется представитель зеленых водорослей. Синезеленые водоросли входили в число доминантов только в Вилюйском водохранилище. Доминанты фитопланктона р. Вилюй, это космополитные виды, а также один представитель бореальной флоры.

Индекс биоразнообразия фитопланктона р. Вилюй повышается по направлению к устью реки.



**Рисунок 16. Дендрограмма флористического сходства
планктона различных участков р. Вилюй**

4.4. Река Витим

В результате собственных наблюдений в составе планктона р. Витим было выявлено 310 видов водорослей (345 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 12 классов, 20 порядков, 50 семейств, 106 родов (табл. 10) [64, 76].

Таблица 10.

Систематический состав флоры планктона р. Витим

ОТДЕЛ	Ч И С Л О							% от общего числа видов
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	11	12	19	21	1	6.1
Dinophyta	1	1	1	3	5	5	-	1.6
Chrysophyta	1	1	2	3	6	7	-	1.9
Xanthophyta	2	2	2	3	7	7	-	2.3
Bacillariophyta	2	5	17	34	90	101	3	29.0
Euglenophyta	1	1	1	4	5	5	-	1.6
Chlorophyta	2	6	16	47	178	199	23	57.4
Всего	12	20	50	106	310	345	27	100.0

По видовому богатству преобладают представители отдела Chlorophyta (57.4 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов Bacillariophyta (29.0 %). Разнообразно представлены водоросли отдела Cyanophyta (6.1 %); Xanthophyta (2.3 %), Chrysophyta (1.9 %), Euglenophyta и Dinophyta (по 1.6 %) – меньше.

На уровне классов выделяется Conjugatophyceae (35.8 % видового состава), Pennatophyceae (26.1 %) и Chlorophyceae (21.6 %); на уровне порядков – Desmidiaceae (34.8 %), Raphales (21.0 %) и Chlorococcales (18.7 %).

Наиболее крупные по числу видов 7 семейств включают 175 видов водорослей (56.5 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам Bacillariophyta и Chlorophyta. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Витим – 19, т. е. 38.0 % от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Витим указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 8 ведущих родов, составляющих 7.6 % всего родового состава, охватывают 37.4 % общего числа видов. Одно- и двувидами являются 69.8 % всех родов водорослей планктона реки, причем на их долю приходится 32.3 % всего видового состава. Пропорции флоры 1:2.1:6.2:6.9. Родовая насыщенность 2.9, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.1.

В планктоне реки выявлено 27 видов водорослей новых для рек региона, а также новый род из отдела диатомовых – *Pliocenicus* F.E.Round et H.Håkansson.

Специфичных для Витима видов отмечено 27, они относятся к отделам Chlorophyta (23 вида), Bacillariophyta (3) и Cyanophyta (1). Специфичных родов не выявлено.

В планктоне Витима отмечено наибольшее (среди исследованных нами рек) количество видов, проявляющих высокую степень активности. Так в группах высоко- и особоактивных видов в сумме насчитывается 75 таксонов из отделов диатомовых, зеленых, синезеленых и золотистых водорослей (табл. 11).

Таблица 11.

**Распределение видов фитопланктона р. Витим
по группам активности**

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	4	8	1	2
Dinophyta	2	1	0	0
Chrysophyta	3	1	0	1
Xanthophyta	4	0	1	0
Bacillariophyta	25	14	19	21
Euglenophyta	1	1	0	0
Chlorophyta	60	46	17	13
Всего	99	71	38	37

В фитопланктоне Витима преобладают водоросли смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний (27.8 % видового состава); бентосных и планктонных форм (по 21.4 %) – меньше. Отмечено пять реофильных видов: *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Gomphonema angustatum* var. *productum*, *G. longiceps* var. *montanum* f. *sueticum*, *G. longiceps* var. *subclavatum* f. *gracile*; и один вид предпочитающий хорошо аэрированные воды – *Hantzschia elongata*.

Воды р. Витим маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (55.4 %). Активная реакция вод близка к слабощелочной, поэтому значительна доля индифферентов (15.7 %), а также алкалофилов и алкалобионтов (в сумме 12.5 %); ацидофилов (9.0 %) – меньше, ацидобийонты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона реки составляют космополиты (54.8 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий региона, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в фитопланктоне реки составляет 5.2 %. Среди них четыре вида, отмеченных в большинстве пунктов наблюдений на реке Витим: *Achnanthes nodosa*, *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus*, *Tabellaria flocculosa*. Доля бореальных и циркумбореальных видов меньше – 4.1 %, среди них лишь два распространенных в реке вида – *Aulacoseira distans* и *A. islandica*. Доля представителей голарктического географического царства – 4.6 %, среди них один широкораспространённый в р. Витим вид, это планктер *Pandorina charkoviensis*. Географическое положение р. Витим объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. islandica*, *A. italica*, *Diatoma hiemale*, *Eunotia praeurupta*, *E. praeurupta* var. *bidens*, *Gomphonema ventricosum*.

По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов р. Витим на 21.9 % образован β –мезосапробными формами, 19.9 % – олигосапробными, 31.5 % – видов, развивающихся в переходной зоне между β –мезо– и олигосапробной. Меньше водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (β – α –мезосапробы, α – β –мезосапробы, β –мезо–полисапробы) – 8.3 % и с очень низкими (ксеносапробы, ксено–олигосапробы, олиго–ксеносапробы, ксено–бетамезосапробы) – 18.4 %.

В большинстве пунктов наблюдений, начиная от впадения протоки из оз. Орон и до устья Витима (рис. 5), в планктоне отмечен реликтовый вид, представитель диатомей – *Pliocenicus costatus*. Причем вегетативные клетки водоросли найдены лишь в устьях притоков – рр. Олонгро и Мама. В других пунктах обнаружены инициальные клетки.

Участок А. В фитопланктоне р. Витим на этом участке выявлено 208 видов (221 внутривидовой таксон) из семи отделов. По числу видов основу фитопланктона составляют зеленые (60.6 % общего числа видов) и диатомовые водоросли (26.9 %) (рис. 17). Синезеленых – меньше (7.2 %), золотистых встречено четыре вида, динофитовых и желтозеленых – по три вида, эвгленовых – один.

Численность фитопланктона на этом участке реки составляет в среднем 105.2 тыс. кл./л, биомасса – 0.029 мг/л. Основу количественных

показателей развития фитопланктона составляют зеленые (64.2 % общей численности и 30.9 % общей биомассы фитопланктона) и диатомовые (35.7 % и 68.4 %) водоросли, доля представителей других отделов незначительна (рис. 17).

Структурообразующими видами фитопланктона этого участка реки являются представитель зеленых водорослей и два вида диатомей: доминант – *Monoraphidium contortum* и субдоминанты – *Synedra tabulata* и *Achnanthes nodosa*. Это два космополита и один арктоальпийский вид, представители бентоса и смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний.

Индекс биоразнообразия участка А р. Витим варьирует по различным пунктам наблюдений от 3.80 до 5.23. Индекс сапробности составляет в среднем для участка 1.71.

Участок В. Видовое богатство планктона на этом участке реки сопоставимо с участком А, и составляет 231 вид (245 видов и разновидностей) водорослей, которые относятся к семи отделам. Основу флористического состава фитопланктона, как и на предыдущем участке, составляют представители Chlorophyta (58.4 % от общего числа видов) и Bacillariophyta (28.6 %) (рис. 17). Cyanophyta – на третьем месте (6.5 %). Менее разнообразно представлены водоросли отделов Xanthophyta (2.2 %) и Chrysophyta (1.7 %), из Dinophyta и Euglenophyta встречено по 3 вида.

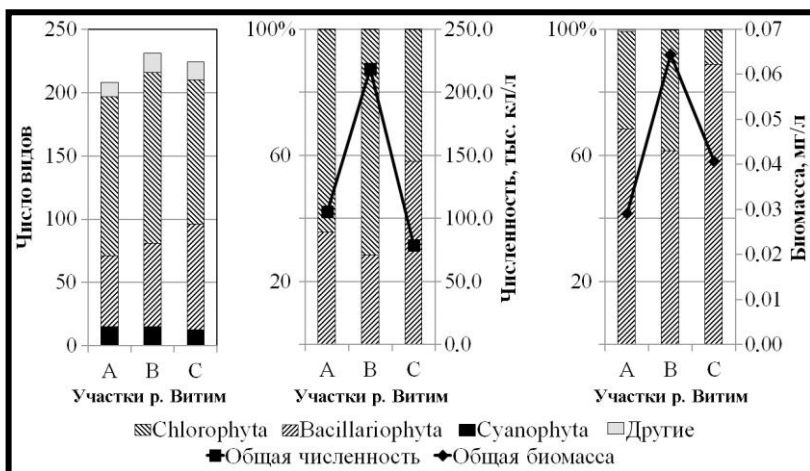


Рисунок 17. Соотношение числа видов (слева) доминирующих групп фитопланктона и изменение его общей численности (в центре) и биомассы (справа) на различных участках р. Витим

Уровень вегетации фитопланктона на этом участке реки возрастает в сравнении с вышерасположенным участком – 218.6 тыс. кл./л и 0.064 мг/л (рис. 17). Основу фитопланктона, как и на участке А составляют водоросли отдела Chlorophyta (71.4 % общей численности и 38.3 % общей биомассы фитопланктона) и Bacillariophyta (28.4 % и 61.5 %) (рис. 17). Доля представителей других отделов водорослей в количественном развитии фитопланктона незначительна. При этом, в планктоне Витима в районе устьев его притоков – рр. Янгуда и Амалык, роль диатомей по числу видов (53.8 % и 56.5 % соответственно), численности (88.7 % и 50.1 %) и биомассе (96.9 % и 83.5 %) значительно выше, чем для участка В в целом.

Следует отметить, что при микроскопировании материала из этого участка реки, зафиксирована частая встречаемость среди диатомовых из рода *Nitzschia* форм с искривлённым панцирем.

Набор структурообразующих видов фитопланктона, в сравнении с вышерасположенным участком реки меняется незначительно, это представители отделов Chlorophyta и Bacillariophyta. В числе доминантов: *Monoraphidium contortum* и *Synedra tabulata*. Субдоминанты – *Monoraphidium griffithii* и *Achnanthes nodosa*.

Индекс биоразнообразия варьирует от 2.97 до 5.29. Индекс сапробности – 1.58.

Участок С. В фитопланктоне на этом участке реки выявлено 224 вида (243 внутривидовых таксона) из 7 отделов. Основу флористического состава фитопланктона, как и выше по течению, составляют представители Chlorophyta и Bacillariophyta. Но доля зеленых водорослей несколько снижается, в сравнении с участками А и В и составляет 50.9 % от общего числа видов фитопланктона, а диатомей – увеличивается (37.1 %) (рис. 17). Водоросли отдела Cyanophyta, по-прежнему на третьем месте (5.8 %). Представителей Dinophyta и Xanthophyta (по 1.8 %), а также Chrysophyta и Euglenophyta (по 1.3 %) – меньше.

Показатели количественного развития фитопланктона на этом участке реки снижаются – 78.6 тыс. кл./л, 0.041 мг/л (рис. 17). Доля диатомовых возрастает как в составе численности фитопланктона (58.1 %), так и биомассы (88.9 %), а роль зеленых уменьшается (41.8 % и 10.9 %). Доля водорослей других отделов в количественном развитии фитопланктона незначительна (рис. 17).

Здесь, как и на участке В, в планктоне Витима в районе устьев его притоков – рр. Олонгро, Мамакан и Мама, роль диатомей по числу видов (51.9 %, 65.3 % и 67.3 % соответственно), численности (99.5 %, 97.8 % и 99.4 %) и биомассе (88.2 %, 67.6 % и 96.6 %) также выше, чем для участка С в целом.

На этом участке Витима часто встречаются представители родов *Nitzschia*, *Eunotia* и *Synedra* с искривлённым панцирем.

Состав доминантов меняется незначительно, но среди них три вида диатомей и лишь один представитель зеленых водорослей. В числе доминантов *Achnanthes nodosa* и *Monoraphidium contortum*, субдоминанты – *Synedra tabulata* и *Hannaea arcus*. Это планктонные и планктонно–бентосные водоросли, космополиты и представители арктоальпийской флоры.

Индекс биоразнообразия на данном участке Витима меняется по пунктам отбора проб от 2.67 до 5.32. Индекс сапробности – 1.49.

Таким образом, полученные данные о фитопланктоне р. Витим, позволили значительно пополнить имевшиеся ранее сведения о его видовом разнообразии. Так, Н.А. Бондаренко и др. [22] в планктоне низовьев Витима было выявлено 93 вида и разновидности водорослей. К сожалению, авторами не был опубликован видовой список, поэтому учесть эти сведения при таксономическом анализе не представляется возможным.

Основу выявленного списка фитопланктона р. Витим на 92.5 % составляют зеленые, диатомовые и синезеленые водоросли. Это соответствует результатам, полученным Н.А. Бондаренко и др. [22] для низовьев Витима.

Следует отметить факт накопления видов с небольшим числом родов, а также значительное число одно– и двувидовых родов, который для фитопланктона Витима констатировали и предыдущие исследователи [22].

Найденный нами реликтовый вид – представитель диатомей *Pliocaenicus costatus*, был обнаружен в Витиме и ранее, в нижнем течении реки в районе левого притока р. Мама [22]. Он широко распространен в озерах бассейна р. Витим [21], и очевидно оттуда попадает в планктон реки.

Уровень биоразнообразия планктонной флоры на различных участках р. Витим значительно не меняется. Однако отмечено, что доля Chlorophyta в составе флоры планктона уменьшается по направлению к устью Витима, а доля Bacillariophyta – увеличивается. На верхнем (А) из обследованных участков реки, для развития Chlorophyta складываются наиболее благоприятные условия. Это относительно небольшая скорость течения, хороший прогрев воды, а также наличие мелководных заводей и низкой разработанной долины с пойменными водоемами, из которых возможен занос в планктон основного русла реки представителей Chlorophyta.

На участках В и С условия обитания фитопланктона резко меняются, Витим здесь представляет собой стремнину с узкой долиной.

Виды Chlorophyta постепенно выпадают из планктонных сообществ, а бентосные Bacillariophyta заносятся в планктон из-за турбулентности потока воды. Диатомеи попадают в Витим и из притоков. Температура воды в притоках Витима на участках В и С значительно ниже, чем в самой реке, и большинство из них это горные потоки, где прикрепленные формы Bacillariophyta, как наиболее экологически пластичная группа водорослей, активно вегетируют.

Участок А р. Витим, где условия для развития планктонной флоры наиболее благоприятны, в значительной степени способствует обогащению биоразнообразия фитопланктона всей р. Витим ниже по течению. С влиянием планктона притоков на участках (В и С) связано увеличение в фитопланктоне р. Витим роли диатомовых водорослей.

Влиянием значительных гидродинамических нагрузок на клетки планктона в условиях горной реки, объясняется частая встречаемость на участках В и С, среди диатомовых, форм с искривлённым панцирем. Такие отклонения от нормы при росте и развитии диатомей были отмечены нами и в планктоне другой горной реки – Индигирки [71].

Значительная доля в планктоне реки случайно-планктонных бентосных форм, а также наличие аэрофильных и холодолюбивых видов водорослей отражает горный характер р. Витим.

Высказанное предположение предыдущих исследователей [22] о составе наиболее часто встречающихся на протяжении большей части реки Витим видов, полностью подтверждено нами для следующих водорослей: *Synedra ulna*, *S. acus*, *Pliocaenicus costatus*, *Tabellaria flocculosa*, *Monoraphidium contortum*.

Наивысший уровень количественного развития фитопланктона р. Витим отмечен на участке В (рис. 17), где скорость течения реки наиболее высока. Это обусловлено заносом в планктон водорослей из донных обрастаний. Аналогичный факт отмечен в развитии фитопланктона других рек региона (Амга, Анабар), на участках с высокой скоростью течения [68, 69, 73].

Количественное развитие фитопланктона р. Витим невысоко. Максимальное значение биомассы, отмеченное нами в одном из пунктов наблюдений на р. Витим (0.185 мг/л), сопоставимо с полученными ранее данными для реки (0.230 мг/л) [22]. Фактором, лимитирующим развитие фитопланктона р. Витим, по данным Н.А. Бондаренко и др. [22], является низкое содержание в водах реки биогенных элементов. На наш взгляд, следует указать еще несколько важных факторов. Это высокая скорость течения р. Витим, по мнению ряда исследователей, течение – основной фактор лимитирующий развитие планктона [241]; и низкая степень минерализации вод. Очевидно также, что четвертый сдерживающий фактор, это резкое снижение прозрачности воды во время частых дождевых паводков (см. раздел 2.2.1).

По развитию численности и биомассы основу фитопланктона всех исследованных участков реки составляют Bacillariophyta и Chlorophyta (рис. 17). Доминирование Bacillariophyta в биомассе планктона р. Витим было отмечено исследователями ранее [22].

В составе структурообразующих видов фитопланктона р. Витим представители Bacillariophyta и Chlorophyta, космополиты, планктонно-бентосные и бентосные формы. Учитывая, что Витим – типично горная река, характерным является наличие среди доминантов двух арктоальпийских видов и одного реофила.

Коэффициенты сходства видового состава фитопланктона исследованных участков реки относительно высоки. Так, для пары участков А–В он составляет 0.74, для пары А–С – 0.69, для пары В–С – 0.75. Это легко объяснить с позиций концепции речного континуума [276], учитывая высокую скорость течения и общую протяженность исследованного участка Витима.

Изменение флористического состава фитопланктона в пункте 12 (устье р. Амалык) и меньший флористический сдвиг в пункте 7 (устье р. Янгуда) обусловлены сменой гидрологических условий реки (рис. 18). Результаты кластерного анализа показывают также высокую степень обособленности флор притоков Витима, рек Янгуда (пункт 7), Амалык (12), Олонгро (16), Мамакан (20) и Мама (24).

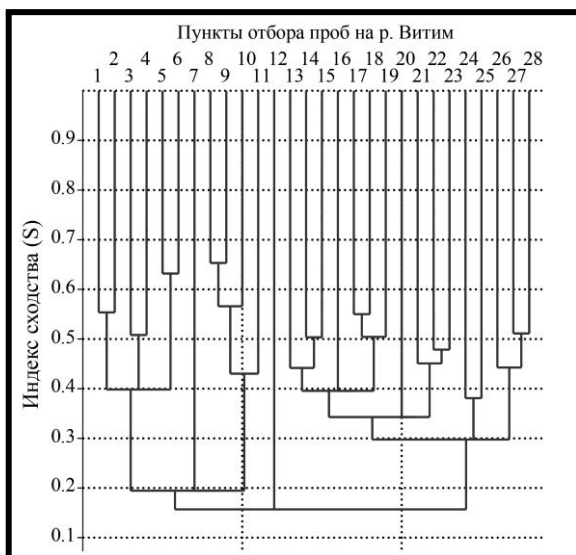


Рисунок 18. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Витим

Наибольшее среднее значение индекса биоразнообразия фитопланктона р. Витим отмечено на участке А, этот показатель понижается по направлению к устью реки.

4.5. Река Олёкма

В результате собственных наблюдений, в планктоне р. Олёкмы выявлено 232 вида водорослей (248 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 13 классов, 20 порядков, 47 семейств, 93 родов (табл. 12) [75].

По видовому богатству преобладают представители отдела Chlorophyta (44.0 % от общего числа видов) и Bacillariophyta (40.1 %). Разнообразно представлены Chrysophyta (5.6 %) и Cyanophyta (4.7 %); Xanthophyta (3.0 %), Euglenophyta и Dinophyta (по 1.3 %) – меньше.

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (37.9 % видового состава), Conjugatophyceae (27.6 %) и Chlorophyceae (16.4 %); на уровне порядков – Raphales (31.9 %), Desmidiaceae (26.7 %) и Chlorococcales (13.8 %).

Таблица 12.

Систематический состав фитопланктона р. Олёкмы

ОТДЕЛ	Ч И С Л О							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	8	8	11	12	-	4.7
Dinophyta	1	1	1	1	3	3	-	1.3
Chrysophyta	2	3	4	7	13	14	1	5.6
Xanthophyta	2	2	3	3	7	7	-	3.0
Bacillariophyta	2	4	17	33	93	104	-	40.1
Euglenophyta	1	1	1	3	3	3	-	1.3
Chlorophyta	2	5	13	38	102	105	10	44.0
Всего	13	20	47	93	232	248	11	100.0

Наиболее крупные по числу видов 7 семейств включают 123 вида водорослей (53.0 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам Chlorophyta, Bacillariophyta и Chrysophyta. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Олёкмы – 22, т. е. 46.8 % от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Олёкмы указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 9 ведущих родов, составляющих 9.7 % всего родового состава, охватывают 38.0 % общего числа видов. Одно- и двувиновыми являются 73.1 % всех родов водорослей планктона реки, причем на их долю приходится 35.8 % видового состава. Пропорции флоры 1:2.0:4.9:5.3. Родовая насыщенность 2.5, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.1.

В планктоне реки выявлено 11 видов водорослей новых для рек региона, а также новый род из отдела диатомовых – *Pliocaenicus*.

11 видов являются специфичными для Олёкмы, это представители Chlorophyta (10 видов) и Chrysophyta (1). Специфичен для планктона реки род *Cylindriastrum* Pal.-Mordv. из зеленых.

Виды фитопланктона Олёкмы проявляют высокую активность. Так, в группах высоко- и особоактивных видов в сумме насчитывается 53 таксона водорослей из отделов диатомовых, зеленых, синезелёных и золотистых (табл. 13).

В фитопланктоне Олёкмы преобладают случайно-планктонные (бентосные) виды (30.2 % видового состава); планктонно-бентосных (27.4 %) и истинно-планктонных форм (18.5 %) – меньше. Отмечено пять реофильных видов: *Gomphonema angustatum* var. *productum*, *G. longiceps* var. *montanum* f. *suecicum*, *G. parvulum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*; и два вида предпочитающих хорошо аэрированные воды – *Hantzschia elongata* и *Pinnularia borealis*.

Таблица 13.

Распределение видов фитопланктона р. Олёкмы по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	2	3	2	0
Dinophyta	0	3	0	0
Chrysophyta	5	2	2	0
Xanthophyta	4	2	0	0
Bacillariophyta	30	18	14	17
Euglenophyta	2	0	0	0
Chlorophyta	35	7	12	6
Всего	78	35	30	23

Воды р. Олёкмы маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (61.3 %). Активная реакция вод близка к слабощелочной, поэтому значительна доля индифферентов (18.1 %), а также алкалифилов и алкалибионтов (в сумме 16.9 %); ацидофилов (11.7 %) – меньше, ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона реки составляют космополиты (55.6 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий региона, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в фитопланктоне реки составляет 9.3 %. Среди них три вида, отмеченных в большинстве пунктов наблюдений на реке: *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus*, *Tabellaria flocculosa*. Доля бореальных видов и представителей голарктического географического царства (по 4.4 %) – меньше. Географическое положение р. Олёкмы объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans* var. *alpigena*, *Diatoma hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Eunotia diodon*, *E. praeurupta*, *E. praeurupta* var. *bidens*, *Gomphonema ventricosum*.

По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов р. Олёкмы на 19.9 % образован β –мезосапробными формами, 16.7 % – олигосапробными, 32.7 % – видов, развивающиеся в переходной зоне между β –мезо– и олигосапробной. Меньше водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (β – α –мезосапробы, α – β –мезосапробы, α –мезосапробы, β –мезо–полисапробы) – 7.6 % и с очень низкими (ксеносапробы, ксено–олигосапробы, олиго–ксеносапробы, ксено–бетамезосапробы) – 23.1 %.

В трёх пунктах наблюдений на реке, обнаружены инициальные и вегетативные клетки реликтового вида, представителя диатомей – *Pliocaeenicus costatus*.

Участок А. В фитопланктоне р. Олёкмы на этом участке выявлено 163 вида (167 внутривидовых таксонов) из семи отделов. По числу видов основу фитопланктона составляют зеленые (44.8 % общего числа видов) и диатомовые водоросли (38.0 %). Золотистых – меньше (6.1 %), синезеленых и желтозеленых встречено по шесть видов, динофитовых и эвгленовых – по три.

Численность фитопланктона основного русла этого участка реки составляет в среднем 25.6 тыс. кл./л, биомасса – 0.030 мг/л. В районе устьев притоков эти показатели выше – 42.5 тыс. кл./л и 0.070 мг/л. Основу численности и биомассы фитопланктона формируют диатомовые, как в русловой части реки (соответственно 76.7 % и 85.4 %), так и в районе устьев притоков (97.3 % и 90.9 %) (рис. 19). Показатели развития зеленых водорослей меньше: в русловой части реки – 6.6 % общей численности фитопланктона и 10.8 % общей биомассы, в устьях

притоков – соответственно 2.7 % и 9.1 %. Доля представителей других отделов в количественном развитии фитопланктона незначительна, однако в основном русле реки золотистые водоросли имеют высокий показатель численности, составляя 16.5 % от общей численности фитопланктона.

Состав структурообразующих видов фитопланктона этого участка реки неоднороден. В верхней части участка, до впадения р. Хани, доминантами являются представители диатомей и золотистых водорослей: доминант – *Tabellaria flocculosa*, субдоминант – *Dinobryon divergens*. Это арктоальпийский вид и космополит, представители планктонно–бентосного типа местообитаний и истинного планктона. В нижней части участка (ниже устья р. Хани) *Dinobryon divergens* выпадает из числа видов–доминантов, и в их составе исключительно диатомей: доминанты *Tabellaria flocculosa* и *Achnanthes nodosa*, и субдоминант – *Hannaea arcus*. Это арктоальпийские планктонно–бентосные и случайно–планктонные (бентосные) виды.

Индекс биоразнообразия фитопланктона р. Олёкмы варьирует по различным пунктам наблюдений от 3.34 до 4.92. Индекс сапробности составляет в среднем для участка – 1.25.

Участок В. Видовое богатство планктона здесь несколько выше, чем на предыдущем участке, и составляет 181 вид (194 вида и разновидности) водорослей, которые относятся к семи отделам. Основу флористического состава фитопланктона, как и на участке А, составляют представители Bacillariophyta (47.5 % от общего числа видов) и Chlorophyta (38.1 %). Менее разнообразно представлены водоросли отделов Cyanophyta (5.5 %) и Chrysophyta (4.4 %); из Dinophyta и Xanthophyta встречено по 3 вида; из Euglenophyta – 2.

Уровень вегетации фитопланктона основного русла реки снижается в сравнении с вышерасположенным участком (рис. 19), и составляет 13.9 тыс. кл./л и 0.020 мг/л. В районе устьев притоков количественные показатели развития фитопланктона, как и на участке А выше, чем в русловой части реки (32.0 тыс. кл./л и 0.070 мг/л). Основу фитопланктона, как и на участке А, формируют диатомовые, составляя 76.2 % общей численности и 80.8 % общей биомассы в русловой части реки, и соответственно 96.0 % и 90.5 % – в районе устьев притоков (рис. 19). Зеленые водоросли на втором месте, достигая в среднем для участка В: 13.8 % общей численности фитопланктона и 15.4 % общей биомассы в русловой части реки, а в устьях притоков – соответственно 3.9 % и 9.4 %. В фитопланктоне основного русла реки, как и на предыдущем участке, золотистые водоросли имеют относительно высокий показатель численности, составляя 9.8 % от общей численности фитопланктона. Вклад в количественное развитие фитопланктона представителей других отделов незначителен.

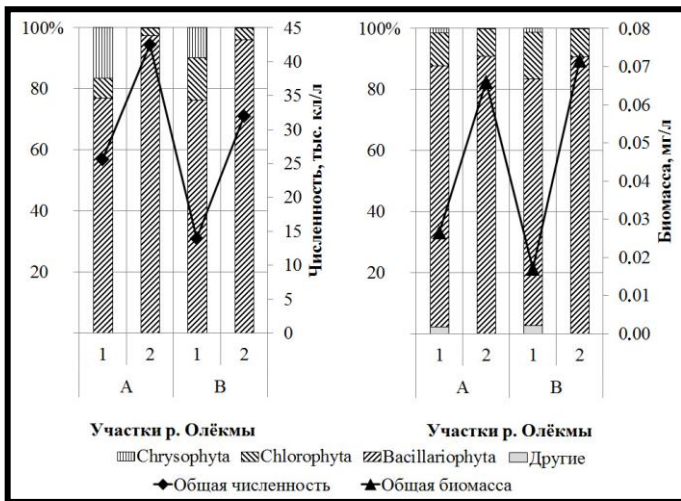


Рисунок 19. Соотношение численности и биомассы различных отделов водорослей и их абсолютные значения на различных участках р. Олёкмы в русле (1) и в районе устьев главных притоков (2)

Набор структурообразующих видов фитопланктона меняется в сравнении с вышерасположенным участком реки и формировался диатомовыми водорослями (Bacillariophyta). Доминировали планктонно-бентосные виды: космополит – *Synedra ulna*, и североальпийский вид – *Tabellaria flocculosa*. Субдоминантом является случайно-планктонный арктоальпийский вид – *Achnanthes nodosa*.

Индекс биоразнообразия меняется по пунктам отбора проб от 2.43 до 5.10. Индекс сапробности – 1.45.

Таким образом, основу видового списка фитопланктона р. Олёкмы на 84.1 % составляют зеленые и диатомовые водоросли. Этот же факт был отмечен для устья Олёкмы прежними исследователями [30].

Для флоры планктона реки характерно накопление видов с небольшим числом родов, а также значительное число одно- и двувидовых родов. Отмечена тенденция увеличения числа видов по направлению к устью реки, видовой состав фитопланктона участка В несколько богаче, чем участка А. Наибольшие значения индекса биоразнообразия фитопланктона р. Олёкмы зафиксированы для пунктов наблюдений, расположенных в низовье реки.

Найденный нами реликтовый вид – представитель диатомей *Pliocenicus costatus*, был обнаружен в Олёкме впервые. Однако он широко распространен в озерах бассейна р. Олёкмы [21], и очевидно оттуда попадает в планктон реки.

В состав наиболее часто встречающихся в реке видов, отмеченных нами во всех пунктах наблюдений, входят представители зеленых и диатомовых водорослей: *Closterium leibleinii*, *C. littorale* f. *minus*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*.

Значительная доля в планктоне реки случайно–планктонных (бентосных) форм, а также наличие аэрофильных и холодолюбивых видов водорослей отражает горный характер р. Олёкмы.

Наиболее высокий уровень количественного развития фитопланктона р. Олёкмы отмечен в районе устьев её притоков, являющихся неглубокими горными потоками, а также на участке А основного русла реки, имеющем выраженный горный характер (рис. 19). Это обусловлено заносом в планктон водорослей из донных обрастаний. Аналогичный факт отмечен в развитии фитопланктона других рек региона, на участках с высокой скоростью течения [68, 69, 71, 73].

Уровень вегетации фитопланктона реки невысокий. Максимальное значение биомассы, отмеченное нами в одном из пунктов наблюдений на р. Олёкме (0.120 мг/л), сопоставимо с полученными ранее данными для реки (0.100 мг/л) [191], а также с имеющимися данными по другим горным рекам региона [22].

Среди факторов, лимитирующих развитие фитопланктона р. Олёкмы, следует указать следующие: 1) высокая скорость течения реки, т. к. по мнению ряда исследователей, течение – основной фактор лимитирующий развитие планктона [241]; 2) низкое содержание в водах реки биологически доступных биогенных элементов; 3) малая степень минерализации вод.

Основу численности и биомассы фитопланктона всех исследованных участков реки составляют Bacillariophyta и Chlorophyta (рис. 19). В планктоне основного русла реки, по численности выделяются также золотистые водоросли, которые предпочитают холодные чистые воды [36]. В фитопланктоне р. Олёкмы в районе устьев притоков, доля диатомей, как по численности, так и по биомассе выше, чем в русловой части реки. Температура воды в притоках Олёкмы ниже, чем в самой реке, это горные потоки, где прикрепленные формы Bacillariophyta, как наиболее экологически пластичная группа водорослей, активно вегетируют, попадая из обрастаний в планктон.

Доминирование Bacillariophyta в биомассе планктона р. Олёкмы было отмечено исследователями ранее [191].

В составе структурообразующих видов фитопланктона р. Олёкмы представители Bacillariophyta и Chrysophyta, планктонно–бентосные и бентосные формы. Учитывая, что на протяженном участке, Олёкма – типично горная река, характерным является наличие среди доминантов трёх арктоальпийских видов и одного реофила.

Коэффициент сходства (Серенсена) видового состава фитопланктона участков А и В р. Олёкмы – средний (0.63). Это объясняется сменой условий обитания фитопланктона, главным образом гидрологии и морфометрии реки.

Изменения флористического состава фитопланктона, выявленные с помощью кластерного анализа, пространственно совпадают с участками реки, на которых происходит смена гидрологических условий (рис. 20). Первый, самый крупный флористический сдвиг, отмечен ниже устья р. Хани (пункт 4), где Олёкма входит в горное ущелье. Второй значительный сдвиг виден в пункте 21, он отделяет флору предустьевого участка, где река выходит на Приленское плато, и приобретает наиболее выраженный равнинный характер. Отмечена еще серия из двух меньших флористических сдвигов. Первый из них – ниже устья р. Тас–Миеле (пункт 10), где река покидает горное ущелье. Второй отмечен ниже устья р. Орюс–Миеле (пункт 13), и свидетельствует о том, что смена популяций фитопланктона от горного участка реки к равнинному, происходит не сразу, а постепенно.

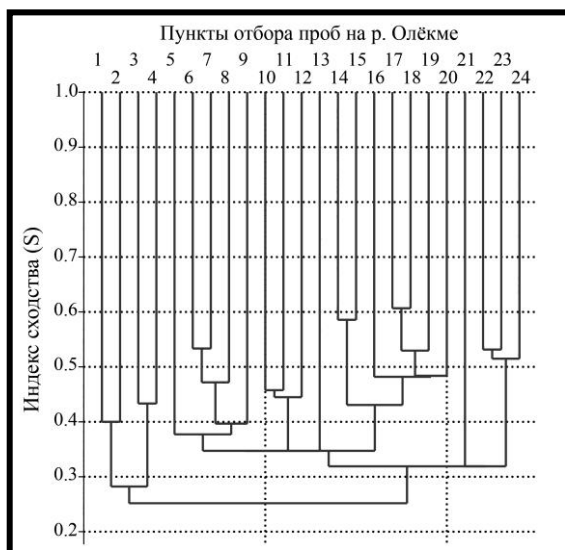


Рисунок 20. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Олёкме

Индекс сапробности рассчитанный нами для исследованных участков р. Олёкмы соотносится с данными полученными исследователями около 30 лет назад [30].

4.6. Река Чара

В результате собственных наблюдений [65, 74], в планктоне р. Чары выявлено 197 видов водорослей (228 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 12 классов, 17 порядков, 39 семейств, 72 родов (табл. 14).

Таблица 14.

Систематический состав флоры планктона р. Чары

ОТДЕЛ	Ч И С Л О							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	6	6	8	8	-	4.1
Dinophyta	1	1	1	3	5	5	-	2.5
Chrysophyta	1	1	2	4	11	14	-	5.6
Xanthophyta	2	2	2	2	5	5	-	2.5
Bacillariophyta	2	4	17	37	111	135	4	56.3
Euglenophyta	1	1	1	1	2	2	-	1.0
Chlorophyta	2	4	10	19	55	59	6	27.9
Всего	12	17	39	72	197	228	10	100.0

По видовому богатству преобладают представители отдела Bacillariophyta (56.4 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов Chlorophyta (27.9 %). Разнообразно представлены Chrysophyta (5.6 %) и Cyanophyta (4.1 %); видовое разнообразие водорослей отделов Xanthophyta, Dinophyta (по 2.5 %) и Euglenophyta (1.0 %) – меньше.

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (53.3 % видового состава), Conjugatophyceae (22.8 %) и Chrysophyceae (5.6 %); на уровне порядков – Raphales (45.2 %), Desmidiaceae (22.3 %) и Araphales (8.1 %).

Наиболее крупные по числу видов 7 семейств включают 120 видов водорослей (60.9 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам Chlorophyta и Bacillariophyta. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Чары – 21, т. е. 53.9 % от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Чары указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 8 ведущих родов, составляющих 11.1 % всего родового состава, охватывают 43.7 % общего числа видов. Одно- и двувидами являются 72.2 % всех родов водорослей планктона реки, причем на их долю приходится 34.0 % видового состава. Пропорции флоры 1:1.8:5.1:5.8. Родовая насыщенность 2.7, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.2.

В планктоне реки выявлено 10 видов водорослей новых для рек региона, а также новый род из отдела диатомовых – *Pliocenicus*.

10 видов водорослей являются специфичными для планктона р. Чары, это представители отделов Chlorophyta (6 видов) и Bacillariophyta (4). Для реки специфичны два рода из диатомовых водорослей: *Anomoeoneis* Pfitz. и *Peronia* Bréb. et Arn..

Активность видов фитопланктона реки довольно высока, в числе высоко- и особоактивных видов 37 таксонов (табл. 15) из отделов диатомовых, золотистых и динофитовых водорослей.

Таблица 15.

Распределение видов фитопланктона р. Чары по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Суанophyta	4	3	0	0
Dinophyta	2	2	0	1
Chrysophyta	7	2	1	2
Xanthophyta	3	1	0	0
Bacillariophyta	44	29	17	16
Euglenophyta	1	0	0	0
Chlorophyta	21	8	0	0
Всего	82	45	18	19

В фитопланктоне Чары преобладают случайно-планктонные (бентосные) виды (42.5 % видового состава); планктонно-бентосных (24.6 %) и истинно-планктонных форм (15.8 %) – меньше. Отмечено 6 реофильных видов: *Gomphonema angustatum* var. *productum*, *G. longiceps* var. *montanum*, *G. longiceps* var. *montanum* f. *suecicum*, *G. longiceps* var. *subclavatum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*; и два вида предпочитающих хорошо аэрированные воды – *Hantzschia elongata* и *Nitzschia terrestris*.

Воды р. Чары маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (73.2 %). Активная реакция вод близка к слабощелочной, поэтому значительна доля алкалифилов и алкалибионтов (в сумме 25.4 %), а также индифферентов (22.4 %); ацидофилов (15.4 %) – меньше, ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона реки составляют космополиты (59.6 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий региона, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в фитопланктоне реки составляет 9.6 %. Среди них 4 вида, отмеченных в большинстве пунктов наблюдений на реке: *Achnanthes nodosa*, *Didymosphenia geminata*, *Hannaea arcus*, *Tabellaria flocculosa*. Доля бореальных видов (8.3 %) и представителей голарктического географического царства (4.4 %) – меньше. Географическое положение р. Чары объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *Diatoma hiemale*, *Eunotia diodon*, *E. praeurupta*, *E. praeurupta* var. *bidens*, *Gomphonema ventricosum*, *Gyrosigma acuminatum*.

По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов р. Чары на 13.7 % образован β -мезосапробными формами, 22.0 % – олигосапробными, 28.5 % – видов, развивающихся в переходной зоне между β -мезо– и олигосапробной. Меньше водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (β - α -мезосапробы, α - β -мезосапробы, α -мезосапробы, α -мезополисапробы) – 8.4 % и с очень низкими (ксеносапробы, ксено-олигосапробы, олиго-ксеносапробы, ксено-бетамезосапробы) – 27.4 %.

В большинстве пунктов наблюдений на реке, обнаружены инициальные и вегетативные клетки реликтового вида, представителя диатомей – *Pliocenicus costatus*.

Участок А. В фитопланктоне р. Чары на этом участке выявлен 101 вид (109 внутривидовых таксонов) из семи отделов. По числу видов основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (69.3 % общего числа видов), Chlorophyta (13.9 %) и Chrysophyta (7.9 %). Cyanophyta и Dinophyta встречено по три вида, Xanthophyta – два, Euglenophyta – один.

Средний показатель численности фитопланктона на этом участке реки – 7.4 тыс. кл./л, биомассы – 0.012 мг/л. Основу количественных показателей развития фитопланктона составляют Bacillariophyta (88.4 % общей численности и 90.6 % общей биомассы фитопланктона). Численность Chrysophyta достигает 11.1 %, а биомасса Chlorophyta – 5.4 % от показателей фитопланктона реки в целом, доля представителей других отделов незначительна.

Структурообразующими видами фитопланктона этого участка реки являются два вида диатомей: доминант – *Symbella silesiaca* и субдоминант – *Tabellaria flocculosa*. Это космополит и арктоальпийский вид, представители бентоса и смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний.

Индекс биоразнообразия участка А р. Чары варьирует по различным пунктам наблюдений от 4.34 до 4.85. Индекс сапробности составляет в среднем для участка 1.37.

Участок В. Видовое обилие планктона на этом участке реки несколько выше, чем на участке А, и составляет 145 видов (158 видов и разновидностей) водорослей, которые относятся к семи отделам. Основой флористического состава фитопланктона, как и на предыдущем участке, являются представители Bacillariophyta (61.4 % от общего числа видов), Chlorophyta (21.4 %) и Chrysophyta (6.2 %). Причем доля Chlorophyta несколько повышается, в сравнении с участком А, а Bacillariophyta и Chrysophyta – снижается. Менее разнообразно представлены водоросли отделов Cyanophyta (4.7 %), Dinophyta (2.8 %) и Xanthophyta (2.1 %), из Euglenophyta встречено 2 вида. Следует отметить, что в пробах, отобранных в районе устьев притоков этого участка Чары (реках Бол. Тора, Сень и Жуя), количество видов понижено в сравнении с основным руслом реки.

Уровень вегетации фитопланктона на этом участке реки возрастает в сравнении с вышерасположенным участком – 36.7 тыс. кл./л и 0.058 мг/л. Основу фитопланктона, составляют водоросли отдела Bacillariophyta (99.9 % общей численности и 98.9 % общей биомассы фитопланктона). Доля представителей других отделов водорослей в количественном развитии фитопланктона незначительна.

В число структурообразующих видов фитопланктона этого участка реки входят представители отдела Bacillariophyta. Доминантами являются: *Tabellaria flocculosa* и *Achnanthes nodosa*. Субдоминанты – *Hannaea arcus* и *Symbella silesiaca*. Это арктоальпийские виды и один космополит, представители бентоса и смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний, а также один реофильный вид.

Индекс биоразнообразия меняется по пунктам отбора проб от 2.81 до 5.06. Индекс сапробности – 1.11.

Участок С. В фитопланктоне на этом участке реки выявлен 151 вид (172 внутривидовых таксона) из 7 отделов. Основу флоры фитопланктона, составляют представители Bacillariophyta и Chlorophyta. Доля Chlorophyta несколько увеличивается, в сравнении с участками А и В и составляет 24.5 % от общего числа видов фитопланктона,

а Bacillariophyta – снижается (60.9 %). Водоросли отдела Cyanophyta, на третьем месте (4.6 %). Доля представителей Chrysophyta ниже, чем на участках А и В, и составляет 4.0 %. Водорослей отделов Dinophyta и Xanthophyta (по 2.6 %) – меньше, из Euglenophyta встречен 1 вид.

На участке С притоки значительно обогащают биоразнообразие фитопланктона р. Чары. Так число видов в пробах, отобранных в районе устьев рр. Молбо и Токко выше, чем в пробах из основного русла р. Чары.

На этом участке реки происходит некоторое снижение показателей количественного развития фитопланктона – 34.9 тыс. кл./л, 0.053 мг/л. Основу фитопланктона, как и выше по течению реки, составляют Bacillariophyta (99.0 % общей численности и 96.7 % общей биомассы). Доля водорослей других отделов в количественном развитии фитопланктона незначительна.

Состав видов–доминантов меняется мало, среди них четыре вида диатомей. В числе доминантов *Hannaea arcus* и *Tabellaria flocculosa*, субдоминанты – *Diatoma elongatum* var. *tenue* и *Achnanthes nodosa*. Это планктонно–бентосные и случайно планктонные водоросли, включая одного реофила, представители арктоальпийской флоры и один космополитный вид.

Индекс биоразнообразия варьирует от 3.65 до 4.98. Индекс сапробности – 1.27.

Таким образом, данные о фитопланктоне р. Чары свидетельствуют о его относительном видовом разнообразии. Например, в планктоне другой крупной горной реки данного региона, Витиме, выявлено 93 вида и разновидности водорослей [22]. Основу видового списка фитопланктона р. Чары на 84.3 % составляют Bacillariophyta и Chlorophyta. Этот же факт был отмечен для р. Витим [22], это характерно и для других рек Севера [125]. Биоразнообразие Chrysophyta, которые по числу видов занимают третье место в фитопланктоне р. Чары, вероятно обусловлено влиянием флоры водорослей горных озер бассейна реки. В планктоне горных озер Восточной Сибири, в том числе оз. Бол. Леприндо, откуда берет начало р. Чара, выявлено высокое видовое богатство золотистых водорослей [21].

Нами отмечено накопление в микрофлоре реки видов с небольшим числом родов, а также значительное число одно– и двувидовых родов.

Найденный нами реликтовый вид – представитель диатомей *Pliocenicus costatus*, широко распространен в озерах бассейна р. Чары [21], и очевидно оттуда попадает в планктон реки.

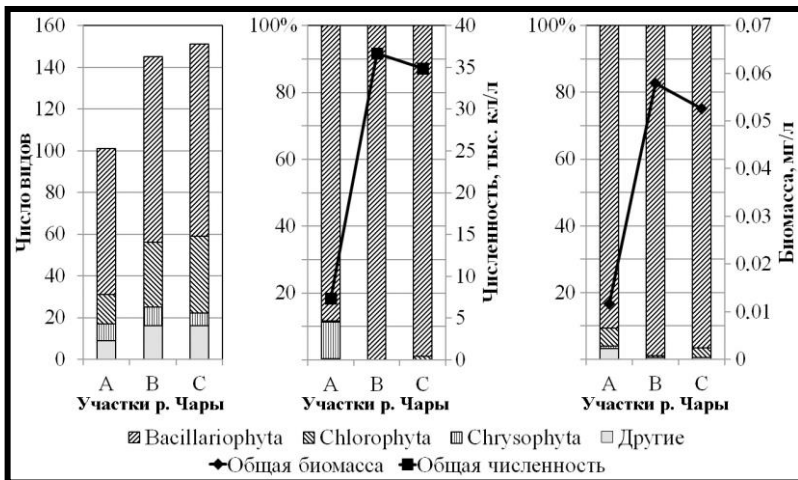


Рисунок 21. Соотношение численности (в центре) и биомассы (справа) различных отделов водорослей и их абсолютные значения на различных участках р. Чары

Уровень биоразнообразия планктонной флоры р. Чары повышается по направлению к устью реки (рис. 21). Обогащение видового состава фитопланктона р. Чары на участках В и С происходит за счет заноса водорослей из донных обрастаний под действием турбулентности при высокой скорости течения. Притоки Чары на участке В, это горные потоки, протекающие по склонам хребта Кодар, условия для развития планктонной флоры в этих реках неблагоприятны. Поэтому обогащения видового состава фитопланктона р. Чары за счет притоков на участке В не происходит. На участке С притоки р. Чары это равнинные реки, они протекают по Приленскому плато и Олёмко–Чарскому плоскогорью. Условия для развития фитопланктона в притоках Чары на участке С благоприятны, и флора планктона р. Чары в районе устьев рр. Молбо (пункт 19) и Токко (пункт 23) богаче, чем в основном русле (рис. 22).

Доля Bacillariophyta и Chrysophyta в составе флоры планктона уменьшается по направлению к устью Чары, а доля Chlorophyta – увеличивается (рис. 21). Причина повышенного видового обилия Chrysophyta на участке А, очевидно заключена во влиянии на фитопланктон реки водорослевой флоры горных озер, которых в бассейне Чары на участке В, значительно меньше, чем на участке А, а на участке С они отсутствуют. Представители Bacillariophyta

(в основном прикрепленные формы), как наиболее экологически пластичная группа водорослей, активно вегетируют в холодных проточных водах. Поэтому их роль в планктоне несколько снижается по направлению к устью Чары, по мере прогрева воды и снижения скорости течения. Представители Chlorophyta лучше развиваются в прогретых водах с низкой скоростью течения, вследствие этого их доля в планктоне возрастает в низовье реки. Кроме того, на участке С долина Чары расширяется, она здесь низкая, разработанная, с пойменными мелкими прогреваемыми водоемами, из которых возможен занос в планктон основного русла реки представителей Chlorophyta.

Следует отметить значительное понижение видового обилия фитопланктона, которое происходит в районе устья самого крупного притока Чары – р. Жуя (пункт 14) (рис. 22). Это обусловлено низкой прозрачностью воды в р. Жуя, причина которой носит антропогенный характер, и вызвана работой на этом притоке Чары золотодобывающих артелей, которые используют в производственном процессе драги.

Увеличение видового обилия фитопланктона Чары происходит лишь значительно ниже по течению, после повышения прозрачности реки в районе двух других крупных притоков – рр. Молбо (пункт 19) и Токко (пункт 23) (рис. 22).

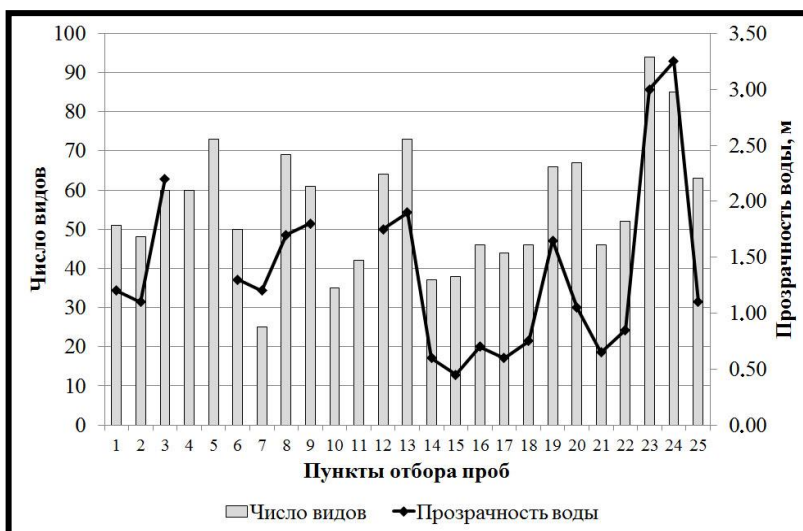


Рисунок 22. Соотношение числа видов водорослей в пробах фитопланктона и прозрачности воды р. Чары

Значительная доля в планктоне реки случайно–планктонных бентосных форм, а также наличие аэрофильных и холодолюбивых видов водорослей отражает горный характер р. Чары.

В состав наиболее часто встречающихся на протяжении всей реки представителей фитопланктона, входят следующие виды водорослей: *Cymbella silesiaca*, *Didymosphenia geminata*, *Gomphonema ventricosum*, *Hannaea arcus*, *Synedra ulna*, *Tabellaria flocculosa*.

Наивысший уровень количественного развития фитопланктона р. Чары отмечен на участке В, где скорость течения реки наиболее высока (рис. 21). Это обусловлено заносом в планктон водорослей из донных обрастаний. Аналогичный факт отмечен в развитии фитопланктона других рек, на участках с высокой скоростью течения [68, 69, 71, 73]. Максимальное значение биомассы, отмеченное нами в одном из пунктов наблюдений на р. Чаре (0.186 мг/л), сопоставимо с данными для другой крупной горной реки региона – р. Витим (0.230 мг/л) [22].

По развитию численности и биомассы основу фитопланктона всех исследованных участков реки составляют Bacillariophyta (рис. 21).

Среди факторов, лимитирующих развитие фитопланктона р. Чары, следует указать следующие: 1) высокая скорость течения реки, т. к. по мнению ряда исследователей, течение – основной фактор лимитирующий развитие планктона [241]; 2) низкое содержание в водах реки биологически доступных биогенных элементов; 3) малая степень минерализации вод. Очевидно также, что четвертый сдерживающий фактор имеет антропогенный характер, это резкое снижение прозрачности воды при впадении в Чару р. Жуя.

В составе структурообразующих видов фитопланктона р. Чары представители Bacillariophyta, планктонно–бентосные и бентосные формы. Наличие среди доминантов трех арктоальпийских видов и одного реофила характеризует горный характер р. Чары.

Коэффициенты сходства (Серенсена) видового состава фитопланктона исследованных участков реки относительно высоки. Так, для пары участков А–В он составляет 0.67, для пары А–С – 0.60, для пары В–С – 0.68. Это легко объяснить с позиций концепции речного континуума [276], учитывая высокую скорость течения и общую протяженность р. Чары.

Изменения флористического состава фитопланктона, выявленные с помощью кластерного анализа, связаны со сменой гидрологических условий реки, и свидетельствуют о том, что смена популяций фитопланктона от одного участка реки к другому, происходит не сразу, а постепенно (рис. 23). Первый, самый крупный флористический сдвиг, отмечен выше устья р. Бол. Тора (пункт 6), его пространственная локация несколько ниже границы участков А и В, где Чара входит

в горное ущелье. Второй значительный сдвиг виден в пункте 18 (выше устья р. Молбо), он отделяет флору горного участка В от участка С, где река выходит на Приленское плато, и приобретает равнинный характер. Этот флористический сдвиг также пространственно расположен несколько ниже границы участков В и С. Результаты кластерного анализа показывают высокую степень обособленности флор притоков Чары, рек Бол. Тора (пункт 7) и Жуя (пункт 14).

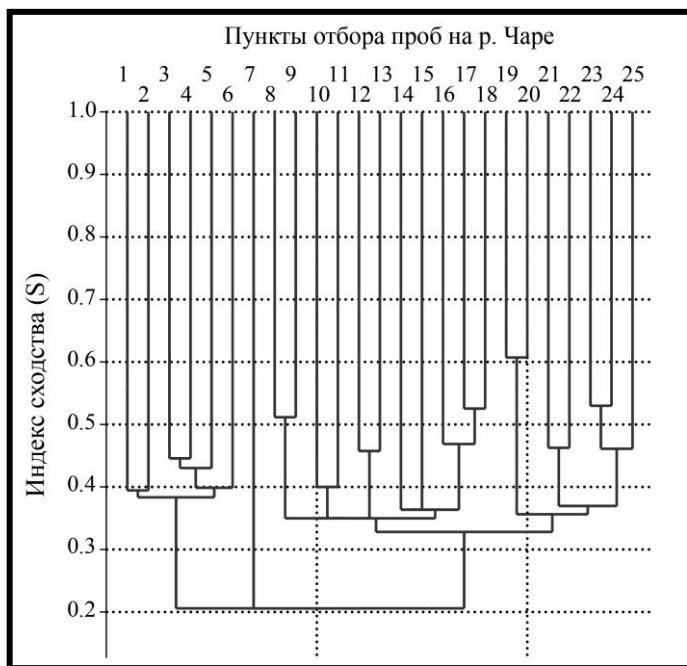


Рисунок 23. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Чаре

Наибольшее среднее значение индекса биоразнообразия фитопланктона р. Чары отмечено на участке А, и далее понижается по направлению к устью реки.

4.7. Река Амга

В результате собственных наблюдений в планктоне р. Амга выявлено 216 видов водорослей (237 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 12 классов, 20 порядков, 51 семейства, 87 родов (табл. 16).

Таблица 16.

Систематический состав фитопланктона р. Амга

ОТДЕЛ	ЧИСЛО							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разно- вид- ностей	новых видов для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	11	14	27	27	1	12.5
Dinophyta	1	1	1	3	4	4	1	1.9
Chrysophyta	2	3	4	7	9	9	3	4.2
Xanthophyta	1	1	1	1	1	1	-	0.5
Bacillariophyta	2	4	17	27	73	86	4	33.8
Euglenophyta	1	1	2	4	6	8	1	2.8
Chlorophyta	2	6	15	31	96	102	9	44.4
Всего	12	20	51	87	216	237	19	100.0

По видовому богатству преобладают представители отдела зеленых водорослей (44.4 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов диатомовые (33,8 %). Разнообразно представлены синезеленые, золотистые и эвгленовые водоросли – соответственно 12.5, 4.2 и 2.8 %. Беден состав динофитовых (1.9 %) и желтозеленых (0.5 %). Показатель отношения флоры синезеленых к зеленым водорослям планктона р. Амга составляет 1:3.6, что сравнимо с имеющимися данными по р. Алдан (1:2.6), также протекающей в аридной зоне Центральной Якутии [80].

На уровне классов выделяется Pennatophyceae (31.0 % видового состава), Chlorophyceae (29.2 %) и Conjugatophyceae (15.3 %); на уровне порядков – Chlorococcales, Raphales (по 25.9 %) и Desmidiaceae (14.8 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 124 вида водорослей (57.6 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам зеленых, диатомовых и синезеленых: Desmidiaceae и Scenedesmeceae (по 10.2 % видового состава), Symbellaceae, Oscillatoriaceae и Surirellaceae (по 5.6 %), Closteriaceae, Naviculaceae и Selenastraceae (по 4.2 %), Nitzschiaceae и Oocystaceae (по 3.7 %). Одно- и двувидовых семейств – 27, что составляет 52.9 % от их общего количества.

Ведущие по видовому богатству 9 родов объединяют 98 видов водорослей из отделов зеленых, диатомовых и синезеленых: *Scenedesmus* (8.8 % видового состава), *Cosmarium* (8.3 %), *Cymbella* и *Oscillatoria* (по 5.1 %), *Closterium* и *Surirella* Turp. (по 4.6 %), *Nitzschia* (3.7 %), *Oocystis* A. Br. (2.8 %), *Monoraphidium* Kom.-Legn. (2.3 %). Одно- и двувидовые роды составляют 80.5 % списка родов, на их долю приходится 41.2 % видового состава. Пропорции флоры 1:1.7:4.2:4.6. Родовая насыщенность 2.5, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.1.

В планктоне р. Амги нами зарегистрировано 19 видов водорослей новых для рек региона (табл. 16).

Планктон Амги богат специфичными видами, их насчитывается 32, они относятся к отделам Chlorophyta (14 видов), Cyanophyta (7), Bacillariophyta (5), Chrysophyta (3), Dinophyta (2) и Euglenophyta (1). Для планктона Амги специфичным является род *Gloeothece* Näg. из синезеленых.

Активность видов фитопланктона р. Амги средняя (среди исследованных нами рек). Высоко- и особоактивных видов в сумме насчитывается 30 таксонов (табл. 17), это представители диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей.

Таблица 17.

Распределение видов фитопланктона р. Амга по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	8	3	2	0
Dinophyta	2	0	0	0
Chrysophyta	5	1	0	0
Bacillariophyta	23	9	6	10
Euglenophyta	2	0	0	0
Chlorophyta	34	17	7	5
Всего	74	30	15	15

В фитопланктоне р. Амга преобладают истинно-планктонные виды и водоросли смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний (54.9 % видового состава), бентосных форм и эпибионтов меньше (27.9 %). Скорость течения р. Амга не превышает 0.6 м/с, поэтому

значительна доля видов, предпочитающих непроточные воды и индифферентов (45.1 %); видов характерных для проточных вод – 5. Воды р Амга среднеминерализованы [73] что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (60.3 %). Активная реакция вод Амги слабощелочная [187], поэтому значительна доля индифферентов (23.6 %), алкалифилов и алкалибионтов (18.1 %); ацидофилов обнаружено 6 таксонов, ацидобионты отсутствуют. Основу фитопланктона р. Амга составляют космополиты (65.0 %), обитателей умеренных широт значительно меньше (4.2 %), на долю арктоальпийских и циркумбореальных видов приходится 2.5 %, стенотермных холодолюбивых водорослей – 3 вида.

Среди выявленных в планктоне реки водорослей, 164 вида и разновидности являются водорослями–показателями сапробности, что составляет 69.2 % от общего числа таксонов. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов реки Амга на 22.6 % образован β–мезосапробными формами, 34.2 % – видов, развивающихся в переходной зоне между β-мезо– и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 12.8 %, с низкими – 15.2 %. Индекс сапробности варьирует по пунктам наблюдений на р. Амга в пределах от 1.58 до 2.32, и в среднем составляет 1.89 (что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения).

В соответствии с морфометрией р. Амга условно разделяют на три участка: верхний, средний и нижний (см. раздел 2.2.1).

Верхний участок. В составе фитопланктона выявлено 29 видов водорослей (31 внутривидовой таксон) из трех отделов [56]. По числу видов преобладают диатомовые (62.1 % общего числа видов), им уступают зеленые (31.0 %), золотистых меньше (6.9 %). Количественные показатели развития фитопланктона составляют в среднем для участка 27.6 тыс. кл./л и 0.021 мг/л. По уровню вегетации доминируют диатомовые водоросли (83.6 % численности, 78.6 % биомассы фитопланктона). Зеленые водоросли на втором месте (14.5 % численности, 20.3 % биомассы фитопланктона). Золотистые водоросли в количественном отношении развиты незначительно. По данным предыдущих исследователей [192] в фитопланктоне верхней Амги по числу видов и количественным показателям развития также преобладали диатомеи. В числе доминантов планктонно–бентосные и бентосные формы, которые попадают в планктон из обрастаний на мелководных перекатах с быстрым течением: *Synedra ulna*, *Nitzschia sublinearis* и *Synedra tabulata*. Индекс видового разнообразия Нв высокий и варьирует по точкам отбора проб от 3.00 до 3.28. Индекс сапробности – 1.90, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Средний участок. В планктоне среднего участка р. Амга выявлено 147 видов водорослей (157 внутривидовых таксонов) из 6 отделов. Ядро флоры планктона средней Амги, как и в верховьях, формируют зеленые – их вклад во флору планктона на этом участке реки увеличивается до 43.5 %, и диатомовые (36.7 % общего числа видов). Разнообразно представлены синезеленые (11.6 %) и золотистые (4.1 %), желтозеленых и динофитовых меньше (по 2.0 %).

Уровень вегетации фитопланктона в среднем течении реки ниже, чем в верховьях – 21.8 тыс. кл./л, 0.007 мг/л. По количественному развитию в планктоне среднего участка реки по-прежнему доминируют диатомеи, их доля в общей численности фитопланктона составляет 46.1 %, в биомассе – 65.6 %. Значительную роль в структуре планктонных сообществ водорослей играют зелёные водоросли (39.3 % численности, 32.5 % биомассы фитопланктона). Доля представителей других отделов водорослей в общей биомассе фитопланктона незначительна. Синезелёные водоросли, составляют в среднем для участка 13.5 % общей численности фитопланктона, но по биомассе их значение не велико, т. к. это главным образом мелкоклеточные формы. Следует отметить, что в одном из пунктов наблюдений на этом участке реки, в районе устья р. Мундуруччу, синезелёные составили 95.8 % численности фитопланктона, за счёт массового развития *Microcystis pulverea* f. *delicatissima*.

Среди структурообразующих видов фитопланктона кроме диатомей появляются представители зеленых водорослей: *Diatoma elongatum* var. *tenuе*, *Monoraphidium irregulare*, *Synedra tabulata*, *Closterium moniliferum*, *Cocconeis placentula*. Индекс биоразнообразия составляет в среднем 3.30. Индекс сапробности – 1.88, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Нижний участок. По видовому обилию фитопланктон в нижнем течении реки сопоставим с вышележащим участком – 138 видов (152 внутривидовых таксона) из 7 отделов. Доминируют, как и в среднем течении, отделы зеленых (46.4 % общего числа видов), диатомовых (32.6 %) и синезеленых (12.3 %) водорослей; беден состав золотистых, эвгленовых (по 2.9 %), и динофитовых (2.2 %) и из желтозеленых водорослей на этом участке реки встречен один вид.

Показатели количественного развития фитопланктона низовьев р. Амга выше, чем в среднем течении – 35.5 тыс. кл./л, 0.018 мг/л. По численности клеток и биомассе в планктоне этого участка реки, как и выше по течению доминируют представители диатомовых (50.9 % численности, 91.0 % биомассы фитопланктона). В формировании численности фитопланктона участие принимают также синезеленые (27.5 % общей численности водорослей) и зелёные водоросли (21.6 %).

Доля зелёных в общей биомассе фитопланктона составляет в среднем для участка 8.0 %, роль представителей других отделов незначительна.

Набор доминантов существенно не меняется в сравнении с вышележащим участком реки: *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Monoraphidium irregulare*, *Closterium moniliferum*, *Nitzschia acicularis*, *Cocconeis placentula*. Индекс биоразнообразия в низовьях р. Амга – 3.39. Индекс сапробности – 1.90, что соответствует олиго-β–мезосапробной зоне самоочищения.

Таким образом, по уровню видового разнообразия средний и нижний участки реки сходны. В верховьях видовой состав фитопланктона беднее, это связано с сезонными и межгодовыми особенностями развития планктона, так как материал из верховьев и нижележащих участков реки получен в разные сезоны и годы.

Таксономическая структура сообществ планктонных водорослей р. Амга однородна на всём протяжении реки: основу флоры планктона составляют зеленые и диатомовые водоросли. В верховьях по числу видов преобладают диатомеи, а в среднем и нижнем течении на первое место выходят зеленые, увеличивается также роль представителей других отделов.

Структура численности и биомассы фитопланктона меняется на различных участках реки незначительно. Как по численности, так и по биомассе основу фитопланктона на всём протяжении реки составляют диатомовые водоросли с участием зелёных. В среднем и нижнем течении р. Амга в составе численности планктонных водорослей значительную роль играют синезелёные. Высокий уровень вегетации фитопланктона в верховьях реки, связан, во-первых, с сезонной сукцессией, т. к. сбор материала в верхнем течении проведён в начале биологического лета, а в среднем и нижнем – в конце вегетационного периода; во-вторых, с повышенным вкладом в численность и биомассу фитопланктона бентосных форм, которые попадают в планктон верхнего участка реки из обрастаний на мелководных перекатах с быстрым течением. На участках среднего и нижнего течения р. Амга, отмечена тенденция к постепенному увеличению показателей количественного развития фитопланктона по направлению к устью реки.

Основной фактор, сдерживающий развитие планктонных водорослей р. Амга – это низкое содержание в водах реки биологически доступных биогенных веществ. Это определяет невысокие показатели численности и биомассы водорослей, которые варьируют по различным пунктам отбора проб в следующих пределах: 0.1–1986.6 тыс. кл./л и 0.0004–0.051 мг/л.

Согласно рассчитанным нами коэффициентам общности видового состава фитопланктона для разных участков реки наибольшую степень сходства (0.58) имеют средний и нижний участки, что объясняется подобием условий обитания водорослей. Низкий коэффициент флористического сходства фитопланктона пар участков верхний–средний (0.18) и верхний–нижний (0.16) обусловлен сезонными и межгодовыми отличиями.

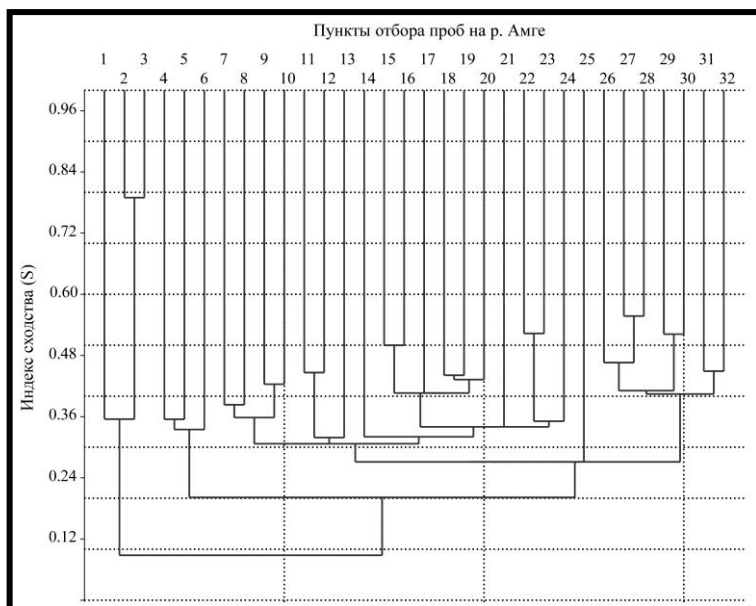


Рисунок 24. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Амге

Флористический состав фитопланктона реки в пространственном отношении выделен в два кластера, это верхнее течение реки и остальная ее часть (рис. 24). Меньшие флористические сдвиги отмечены в районе устьев некоторых притоков: Улу (пункт 7), Мундуруччу (11), Кюлюпчу (21), Хотуя (24).

Состав доминантов достаточно однороден, на всех участках реки в их число входят представители диатомовых, в среднем и нижнем течении отмечены также представители зелёных водорослей. Индекс биоразнообразия (Нб) фитопланктона р. Амга незначительно повышается от верховьев к устью.

Результаты анализа пространственной структуры таксономического состава и количественного развития фитопланктона Амги свидетельствуют о значительной степени его однородности на различных участках реки. Тогда как для других исследованных нами рек региона, отмечены чёткие различия в развитии планктонных водорослей между верхним, средним и нижним течением [66, 80]. Такие различия согласуются с положениями концепции речного континуума [276], и обусловлены закономерной сменой по направлению от истока к устью реки гидрологических, физико–химических факторов действующих на речной фитопланктон, а также влиянием приточной системы. Пространственная однородность фитопланктона Амги обусловлена ее особенностью заключающейся в значительной схожести гидрологических условий на всём протяжении реки и её малая приточность (см. раздел 2.2.1).

В имеющихся публикациях о фитопланктоне рек региона [120, 182] авторы отмечают большое влияние на последний заносной флоры, а также тот факт, что в видовом отношении фитопланктон обогащается за счёт приточной системы. В Амге такого обогащения на среднем и нижнем участках реки не происходит, что очевидно связано с характером речной долины, она очень узкая, и как следствие – с малой приточностью реки. Значение заносных видов в фитопланктоне р. Амги меньше, в сравнении с другими крупными реками региона. И следует отметить, что Амга крайне медленнотекущая река, и на ее среднем и нижнем участках, где глубины возрастают, занос водорослей в планктон из обростаний сокращается.

Фитопланктон р. Амги характеризуется относительным видовым богатством. Характерная для Амги значительная степень однородности гидрологических условий на всём протяжении реки и её малая приточность, обуславливают однородность пространственной структуры таксономического состава и количественного развития фитопланктона.

4.8. Река Колыма

В результате собственных наблюдений, а также с учётом ранее опубликованных данных [131] в составе планктона р. Колымы было выявлено 404 вида водорослей (462 таксона рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 8 отделов, 13 классов, 25 порядков, 59 семейств, 124 родов (табл. 18) [63, 78].

По видовому богатству преобладают представители отдела Chlorophyta (46.0 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов Bacillariophyta (35.4 %). Разнообразно представлены водоросли отделов Cyanophyta (6.5 %) и Chrysophyta (4.7 %); Xanthophyta (3.2 %), Euglenophyta (3.0 %) и Dinophyta (1.0 %) – меньше. Из Cryptophyta найден один вид.

Таблица 18.

**Систематический состав фитопланктона р. Колымы
и Колымского водохранилища**

ОТДЕЛ	ЧИСЛО							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разно- вид- ностей	новых видов и разно- вид- ностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	10	11	26	29	1	6.4
Cryptophyta	1	1	1	1	1	1	1	0.2
Dinophyta	1	1	1	3	4	5	1	1.0
Chrysophyta	1	2	3	7	19	20	5	4.7
Xanthophyta	2	2	4	6	13	13	2	3.2
Bacillariophyta	2	5	17	35	143	176	25	35.4
Euglenophyta	1	1	2	5	12	15	2	3.0
Chlorophyta	2	9	21	56	186	203	22	46.0
Всего	13	25	59	124	404	462	59	100.0

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (33.7 % видового состава), Conjugatophyceae (25.0 %) и Chlorophyceae (21.0 %); на уровне порядков – Raphales (28.0 %), Desmidiaceae (23.8 %) и Chlorococcales (18.1 %).

Наиболее крупные по числу видов 7 семейств включают 212 видов водорослей (52.5 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам Bacillariophyta и Chlorophyta. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Колымы – 27, т. е. 45.8 % от их общего количества.

Анализ родового спектра фитопланктона Колымы указывает на неравномерность распределения видов по родам. Ведущие по видовому богатству 10 родов, составляют 8.1 % всего родового состава и охватывают 39.4 % общего числа видов. Это представители отделов Chlorophyta и Bacillariophyta. 67.7 % всех родов водорослей планктона реки являются одно- и двувидовыми, причем на их долю приходится 28.5 % всего видового состава. Пропорции флоры 1:2.1:6.8:7.8. Родовая насыщенность 3.3, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.1. В планктоне реки выявлено 59 видов водорослей новых для рек региона.

Белико число специфичных видов, их в планктоне реки насчитывается 59, они относятся к отделам Bacillariophyta (25 видов), Chlorophyta (22), Chrysophyta (5), Xanthophyta и Euglenophyta (по 2), Cyanophyta, Cryptophyta и Dinophyta (по 1). Специфичность планктонной альгофлоры для Колымы характерна и на уровне рода. Таких родов насчитывается 4, это представители диатомей – *Eucocconeis* Cl., криптофитовых водорослей – *Cryptomonas* Ehr., желтозеленых – *Centritractus* Lemm. и зеленых – *Chlorella* Beijer.

Активность видов фитопланктона Колымы довольно высока. Так среди высоко- и особоактивных видов насчитывается 50 таксонов (табл. 19) из отделов диатомовых, зеленых, золотистых, синезеленых, динофитовых и желтозеленых водорослей.

Таблица 19.

Распределение видов фитопланктона р. Колымы по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	7	12	2	0
Dinophyta	2	0	2	0
Chrysophyta	2	6	1	2
Xanthophyta	4	0	1	0
Bacillariophyta	34	23	11	9
Euglenophyta	6	0	0	0
Chlorophyta	70	41	16	6
Всего	125	82	33	17

В фитопланктоне Колымы преобладают планктонные формы и водоросли смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний (48.9 % видового состава); бентосных форм (28.8 %) – меньше. Не смотря на то, что на многих участка р. Колымы отмечена высокая скорость течения, местами до 2.1 м/с, реофилов в фитопланктоне реки немного (1.7 %). Значительна доля видов, индифферентных к скорости течения (24.5 %); видов предпочитающих непроточные воды (9.1 %) – меньше. В планктоне р. Колымы зафиксировано три вида предпочитающих хорошо аэрированные воды, это представители диатомей: *Nitzschia terrestris*, *Pinnularia borealis* и *Tetracyclus rupestris*.

Воды р. Колымы маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (61.3 %). Активная реакция вод меняется от нейтральной до слабощелочной, поэтому значительна доля индифферентов (18.8 %), а также алкалифилов и алкалибионтов (в сумме 17.7 %); ацидофилов (7.8 %) – меньше, ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона реки составляют космополиты (57.1 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий региона, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в фитопланктоне Колымы составляет 4.5 %. Среди них пять широкораспространённых в р. Колыме видов: *Didymosphenia geminata*, *Gomphosphaeria lacustris* f. *compacta*, *Hannaea arcus*, *Spondylosium planum*, *Tabellaria flocculosa*. Доля бореальных и циркумбореальных видов – 6.3 %, среди них лишь один широкораспространённый в реке вид – *Tribonema affine*. Представителей голарктического географического царства меньше – 5.8 %, среди них широкораспространённые в р. Колыме планктонные и планктонно–бентосные виды: *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Pandorina charkoviensis*, *Staurastrum cingulum*. Географическое положение р. Колымы объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. islandica*, *A. italica*, *Cymbella laevis*, *Diatoma hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Eunotia diodon*, *E. praerupta*, *E. praerupta* var. *bidens*, *Fragilaria pinnata* var. *lancettula*, *Gomphonema ventricosum*, *Hannaea arcus* var. *amphioxys*, *Pinnularia brevicostata*, *Tetracyclus rupestris*.

Индивидуальный индекс сапробности известен для 292 видов и разновидностей водорослей, выявленных в планктоне реки, что составляет 63.2 % от общего числа таксонов. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов р. Колымы на 22.0 % образован β–мезосапробными формами, 16.1 % – олигосапробными, 31.8 % видов, развивающихся в переходной зоне между β–мезо– и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (β–α–мезосапробы, α–β–мезосапробы, α–мезосапробы, α–полисапробы, ρ–α–мезосапробы, β–полисапробы, полисапробы) – 8.9 %, с низкими ксеносапробы, ксено–олигосапробы, олиго–ксеносапробы, ксено–бетамезосапробы) – 21.2 %.

Участок А. Видовой состав планктонных водорослей на этом участке Колымы небогат, в фитопланктоне выявлено 57 видов (61 внутривидовой таксон) из шести отделов. По числу видов основу фитопланктона составляют водоросли отделов Bacillariophyta

(45.6 % общего числа видов) и Chlorophyta (43.9 %). Chrysophyta и Dinophyta встречено по два вида, Cyanophyta и Xanthophyta – по одному.

Численность фитопланктона на этом участке реки относительно невелика, и составляет в среднем 38.3 тыс. кл./л. Однако, биомасса довольно высока и достигает 0.101 мг/л. Основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (99.8 % общей численности и 99.1 % общей биомассы фитопланктона).

Структурообразующими видами фитопланктона этого участка реки являются два вида диатомей: доминант – *Synedra ulna* и субдоминант – *Diatoma elongatum* var. *tenue*. Это космополиты, водоросли смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний, которые попадают в планктон реки из донных обрастаний. Этому способствует быстрое течение и большое количество перекатов с большими глубинами. Заносом в планктон крупноклеточных форм водорослей из обрастаний объясняется повышенный уровень биомассы фитопланктона при его относительно небольшой численности.

Индекс биоразнообразия участка А р. Колымы варьирует по различным пунктам наблюдений от 3.48 до 3.92. Индекс сапробности составляет в среднем для участка 1.70.

Участок В (Колымское водохранилище). Видовое богатство планктона на этом участке возрастает до 107 видов (112 видов и разновидностей) водорослей, которые относятся к семи отделам. Доля представителей Chlorophyta в видовом составе фитопланктона увеличивается, по сравнению с предыдущим участком, до 49.5 %, а Bacillariophyta – уменьшается, до 34.6 %. Повышается видовое разнообразие Chrysophyta (6.5 % от общего числа видов фитопланктона) и Cyanophyta (3.7 %). Менее разнообразно представлены водоросли отделов Dinophyta (2.8 %) и Euglenophyta (1.9 %), из Xanthophyta встречен 1 вид.

Уровень вегетации фитопланктона Колымского водохранилища относительно низкий – 17.1 тыс. кл./л и 0.015 мг/л. В планктоне преобладают Chrysophyta (71.2 % общей численности и 48.3 % общей биомассы фитопланктона). Bacillariophyta – на втором месте (28.2 % и 40.6 %). Доля представителей других отделов водорослей – незначительна.

Набор структурообразующих видов фитопланктона, меняется в сравнении с вышерасположенным участком реки. Доминантами являются представители отдела Chrysophyta: *Dinobryon divergens* и *D. cylindricum*; и – Bacillariophyta: *Diatoma elongatum* f. *actinastroides*. Субдоминанты из отдела Bacillariophyta: *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Synedra ulna*, *Asterionella formosa*. Это планктонные и планктонно–бентосные формы, космополиты.

Индекс биоразнообразия меняется по пунктам отбора проб от 2.03 до 4.35. Индекс сапробности – 1.55.

Участок С. Видовое богатство фитопланктона на этом участке реки еще более возрастает, и достигает 221 вида (242 внутривидовых таксона) из 7 отделов. По числу видов преобладают представители отдела Chlorophyta (48.9 % общего числа видов), на втором месте – Bacillariophyta (32.6 %). Разнообразно представлены водоросли отделов Cyanophyta (6.8 %) и Chrysophyta (5.9 %); Euglenophyta (2.3 %) – меньше; из Dinophyta и Xanthophyta встречено по 4 вида.

Показатели количественного развития фитопланктона этого участка реки несколько возрастают в сравнении с Колымским водохранилищем – 64.7 тыс. кл./л, 0.050 мг/л. По численности основу фитопланктона составляют представители Bacillariophyta (63.7 % численности фитопланктона) и Chrysophyta (28.5 %). По уровню развития биомассы преобладают Bacillariophyta (74.7 % биомассы фитопланктона); Chlorophyta (12.8 %) и Chrysophyta (12.0 %) – меньше. Доля водорослей других отделов в количественном развитии фитопланктона незначительна.

Доминантами являются представители Chrysophyta и Bacillariophyta: *Dinobryon sociale* и *Asterionella gracillima*, субдоминант – *Diatoma elongatum* var. *tenue*. Это планктонные и планктонно–бентосные водоросли, космополиты. Значительная роль водорослей отдела Chrysophyta в планктоне этого участка реки, очевидно, обусловлена влиянием планктонной флоры расположенного выше Колымского водохранилища.

Индекс биоразнообразия варьирует от 2.65 до 5.19. Индекс сапробности – 1.61.

Участок D. В планктоне этого участка р. Колымы выявлено 172 вида водорослей (186 внутривидовых таксонов) из 7 отделов. Как и на участке С, здесь по числу видов преобладают представители Chlorophyta (49.4 % общего числа видов). Водоросли отдела Bacillariophyta на втором месте (35.5 %). Разнообразно представлены Chrysophyta (5.8 %) и Cyanophyta (5.2 %); Dinophyta и Euglenophyta (по 1.7 %) – меньше; из Xanthophyta встречен один вид.

Уровень вегетации фитопланктона несколько возрастает, по сравнению с вышерасположенным участком Колымы – 161.0 тыс. кл./л, 0.076 мг/л. Основу фитопланктона составляют Bacillariophyta (63.4 % численности, 62.9 % биомассы). В составе численности планктона, как и на участке С, значительная доля сохраняется за представителями Chrysophyta (20.5 %). Доля Chlorophyta в биомассе фитопланктона описываемого участка реки – 21.3 %, Chrysophyta – 15.5 %. Вклад водорослей других отделов в формирование численности и биомассы фитопланктона незначителен.

Состав структурообразующих видов фитопланктона на данном участке реки, в сравнении с вышерасположенным участком, меняется незначительно, это представители отделов Bacillariophyta и Chrysophyta. Доминирует *Asterionella gracillima*, субдоминантами являются *Synedra tabulata* и *Dinobryon sociale*. Комплекс структурообразующих видов на описываемом участке образован космополитами, планктонными водорослями, а также одним обитателем бентоса. Скорость течения р. Колымы остается высокой, что способствует попаданию в планктон водорослей из обрастаний, часть из которых продолжает активно вегетировать.

Индекс биоразнообразия на данном участке Колымы меняется по пунктам отбора проб от 3.37 до 5.19. Индекс сапробности – 1.92.

Участок Е. Фитопланктон данного участка р. Колымы образован 233 видами (254 внутривидовыми таксонами) из 7 отделов. Доля Chlorophyta в видовом составе фитопланктона несколько возрастает, в сравнении с вышерасположенными участками реки (54.5 % от общего числа видов), а Bacillariophyta – снижается (26.6 %). Разнообразно представлены Суанопхита (7.3 %); обогащается, в сравнении с вышерасположенными участками реки, состав Xanthophyta (3.4 %) и Euglenophyta (3.0 %), а доля Chrysophyta уменьшается (3.4 %); из Dinophyta встречено четыре вида.

Количественные показатели развития фитопланктона данного участка р. Колымы еще более возрастают, в сравнении с вышерасположенными участками реки – 831.4 тыс. кл./л, 0.140 мг/л. Основу численности планктонных водорослей на этом участке реки, составляют Суанопхита (66.0 % общей численности фитопланктона); Chlorophyta – на втором месте (19.1 %); доля Bacillariophyta – меньше (14.2 %). В сложении биомассы фитопланктона преобладают Bacillariophyta (42.5 % общей биомассы фитопланктона); однако, значительную долю составляют Chlorophyta (30.5 %) и Суанопхита (25.0 %). Значение представителей других отделов водорослей в формировании количественных показателей развития фитопланктона данного участка р. Колымы невелико.

Набор доминирующих видов на этом участке реки меняется, в сравнении с вышерасположенными участками. Доминантом является представитель Суанопхита: *Aphanizomenon flos-aquae*; субдоминанты – из отделов Bacillariophyta и Суанопхита: *Asterionella gracillima*, *Anabaena scheremetievii.*, *Aulacoseira granulata*. Это планктонные и планктонно–бентосные водоросли, космополиты.

На формирование планктонных сообществ водорослей Колымы на этом участке значительное влияние оказывают крупные

левобережные притоки – рр. Ожогина и Седёдема. Это хорошо прогреваемые реки с медленным течением, протекающие по обширной Колымской низменности с большим количеством болот и озер (рис. 8). В этих реках создаются благоприятные условия для развития как автохтонной, так и заносной (из многочисленных стоячих водоемов бассейна) планктонной флоры. В районе устьев этих притоков в планктоне Колымы отмечены пики развития фитопланктона – 1623.5 тыс. кл./л и 0.215 мг/л (р. Ожогина), 2475.6 тыс. кл./л и 0.251 мг/л (р. Седёдема). Повышение в планктоне Колымы численности и биомассы Chlorophyta, и особенно Суанophyta происходит непосредственно у устьев этих притоков и сохраняется на протяжении всего описываемого участка Колымы, как в прибрежных пробах, так и по фарватеру. Так, доля Суанophyta в фитопланктоне Колымы у устья р. Ожогина составила 80.3 % общей численности и 49.0 % общей биомассы; а у устья р. Седёдема, соответственно – 82.4 % и 76.4 %.

Индекс биоразнообразия варьирует от 4.30 до 4.92. Индекс сапробности – 1.68.

Участок F. Фитопланктон этого участка р. Колымы представлен 187 видами (205 внутривидовыми таксонами) из 7 отделов. По числу видов преобладают представители Chlorophyta (49.7 % общего числа видов), Bacillariophyta – на втором месте (34.2 %). Разнообразно представлены водоросли отдела Суанophyta (9.1 %); Chrysophyta становится меньше, в сравнении с вышерасположенными участками реки (3.2 %); беден видовой состав Dinophyta и Xanthophyta (по 1.6 %); из Euglenophyta встречен один вид.

Показатели количественного развития фитопланктона этого участка реки ниже, чем на участке E – 221.4 тыс. кл./л, 0.057 мг/л. Bacillariophyta на первом месте в фитопланктоне как по численности (47.8 % общей численности), так и по биомассе (70.8 % общей биомассы). Значительную роль в составе фитопланктона на этом участке Колымы сохраняют представители Суанophyta (42.8 % общей численности, 16.2 % общей биомассы). Доля Chlorophyta в численности и биомассе фитопланктона описываемого участка реки меньше, соответственно – 6.8 % и 7.7 %, Chrysophyta – 2.6 % и 4.1 %. Вклад водорослей других отделов в формирование численности и биомассы фитопланктона незначителен.

Структурообразующий комплекс видов фитопланктона образован представителями Bacillariophyta и Суанophyta – планктонными и планктонно–бентосными водорослями, космополитами. Доминантом является *Aulacoseira granulata*, субдоминанты – *Asterionella gracillima*, *Aphanizomenon flos-aquae*.

На этом участке Колымы на планктон реки значительное влияние оказывает правобережный приток – р. Омолон. Река Омолон это самый крупный приток Колымы, который берет начало в хребтах Колымского нагорья и протекает по Юкагирскому плато (рис. 8). Бассейн Омолона расположен в горной стране, река слабо прогревается – температура воды в устье, по данным наших измерений составляет 12,0°С. В р. Омолон неблагоприятные условия для развития планктонной флоры. Фитопланктон р. Колымы в районе устья р. Омолон крайне беден как по числу видов (58), так и по численности (3,4 тыс. кл./л) и биомассе (0,012 мг/л). Обеднение фитопланктона описываемого участка Колымы наблюдается и в других пунктах наблюдений, расположенных ниже устья р. Омолон.

Индекс биоразнообразия меняется по пунктам отбора проб от 2,66 до 5,03. Индекс сапробности – 1,73.

Таким образом, полученные сведения о фитопланктоне р. Колымы, свидетельствуют о его значительном видовом разнообразии; среди исследованных нами рек, планктон Колымы по числу видов водорослей уступает лишь рекам Лена и Вилюй.

Основу выявленного списка фитопланктона р. Колымы на 87,9 % составляют Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanophyta, что характерно для рек Севера Сибири и регионов североамериканского сектора Арктики [98, 175, 266].

Биоразнообразие планктонной флоры р. Колымы возрастает по направлению от верховья к устью за счет приточной системы и увеличения числа биотопов в самой реке. Подобное явление отмечено исследователями для других рек Сибири [156, 174] и Европы [173]. Индекс биоразнообразия фитопланктона р. Колымы повышается по направлению к устью реки.

Показатели численности и биомассы фитопланктона р. Колымы низкие и варьируют в пределах 3,4–2475,6 тыс. кл./л и 0,0020–0,251 мг/л. Полученные нами данные согласуются с имеющимися сведениями о численности фитопланктона в нижнем течении реки, которая варьирует в различные сезоны и годы наблюдений от 27 тыс. кл./л до 1900 тыс. кл./л [159]. По количественному развитию основу фитопланктона большинства исследованных участков реки составляют Bacillariophyta, что характерно и для других крупных северных рек. Исключение составляет Колымское водохранилище, где по численности и биомассе преобладают Chrysophyta; и низовья р. Колымы (на участках Е, F), где водоросли отдела Cyanophyta доминируют по численности. Доминирование Chrysophyta, летом и осенью в фитопланктоне северных и горных олиготрофных непроточных и слабопроточных водоемов, неоднократно отмечено рядом исследователей [136, 144, 274]. Массовое развитие

Суанорфита характерно для хорошо прогреваемых медленнотекущих рек разных регионов мира [256].

Большое влияние на фитопланктон Колымы на участках (С и D) оказывает Колымское водохранилище, что проявляется в повышенном уровне развития видов рода *Dinobryon* из Chrysophyta. Фитопланктон Колымы на участках E и F, испытывает сильное влияние левобережных притоков (рр. Седедема и Ожогина), ниже которых резко повышается численность Суанорфита. Следует отметить, что подобное массовое развитие синезеленых из рода *Anabaena*, было отмечено также Л.А. Щур [234] для крупных левобережных притоков Енисея, протекающих по Западно–Сибирской низменности. На участке F, после впадения правобережного притока (р. Омолон), происходит некоторое понижение уровня вегетации фитопланктона.

В целом, уровень количественного развития фитопланктона Колымы повышается по направлению от верховья к устью. Главным образом, это обусловлено тем, что в низовье реки значительно снижается скорость течения – основной фактор лимитирующий развитие планктона [241]. Исключением является высокий уровень биомассы фитопланктона в верховьях р. Колымы (на участке A), что обусловлено заносом в планктон крупноклеточных форм водорослей из донных обрастаний. Аналогичный факт отмечен нами в развитии фитопланктона других рек региона (Анабар, Амга), где для верховий характерно быстрое течение и множество перекатов с небольшими глубинами.

Согласно рассчитанным коэффициентам общности видового состава фитопланктона, наибольшую степень сходства имеют участки р. Колымы, со смежным расположением и сходными условиями обитания водорослей (табл. 20).

Таблица 20.

Коэффициенты флористического сходства фитопланктона разных участков (A, B, C, C, D, E, F) р. Колымы

	B	C	D	E	F
A	0.57	0.36	0.43	0.32	0.37
B		0.54	0.53	0.45	0.50
C			0.70	0.62	0.67
D				0.68	0.70
E					0.79

Результаты кластерного анализа показывают изменение флористического состава на границе участков В и С, это связано со сменой гидрологического режима ниже плотины ГЭС (рис. 25). Другое изменение обнаруживается на границе участков D и E, где Колыма выходит из горной области на территорию Колымской низменности.

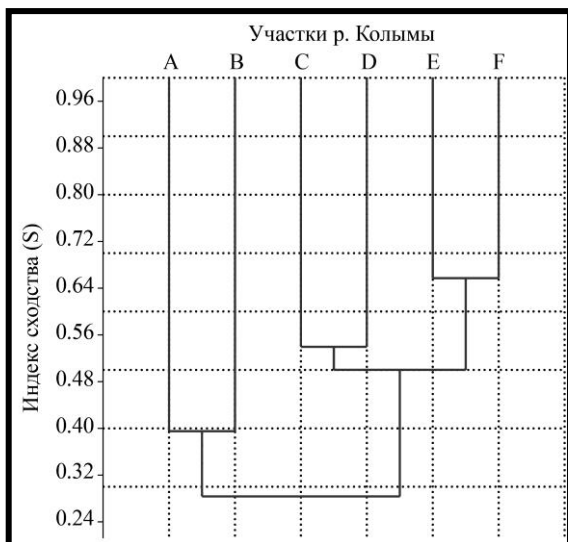


Рисунок 25. Дендрограмма флористического сходства планктона различных участков р. Колымы

В составе структурообразующих видов фитопланктона р. Колымы космополиты, планктонные и планктонно–бентосные формы, а также один представитель бентосной флоры. Водоросли отдела *Vacillariophyta* входят в комплекс структурообразующих видов фитопланктона на всем протяжении реки. В фитопланктоне Колымского водохранилища, и расположенного ниже участка С р. Колымы, в числе доминантов появляются представители отдела *Chrysophyta*. Далее по течению реки (на участке D) *Chrysophyta* входят в число субдоминантов. В низовье р. Колымы (на участках E и F) среди доминантов и субдоминантов кроме *Vacillariophyta* появляются представители *Suaporhuta*. Полученные нами сведения о наборе доминантов подтверждаются данными многолетних наблюдений Гидрометслужбы в нижнем течении реки в районе устья р. Омолон (граница участков E и F) [159]. В течение ряда лет исследователи отмечали в числе водорослей–доминантов такие виды как *Aulacoseira granulata* и *Aphanizomenon flos-aquae*.

Любопытны сведения, полученные нами при изучении пространственной структуры фитопланктона Колымского водохранилища [77]. На его участках А, В (рис. 9) на фитопланктон сильное воздействие оказывает сток вышерасположенного участка р. Колымы. Это проявляется в преобладании в фитопланктоне Bacillariophyta как по численности, так и по биомассе (рис. 26). Структурообразующие виды на этих участках – крупноклеточные, они попадают в планктон из донных обрастаний (табл. 21). Этому способствует быстрое течение в верховье Колымы и большое количество перекатов с небольшими глубинами. Заносом в планктон крупноклеточных форм водорослей из обрастаний объясняется повышенный уровень биомассы фитопланктона на участках А, В (рис. 9) при его относительно небольшой численности (рис. 26). Далее по направлению к плотине водохранилища, в комплексе структурообразующих видов фитопланктона сначала происходит замещение крупноклеточных заносных форм на истинно планктонные из Bacillariophyta (табл. 21). А затем (на участках D, E и F) планктеры из Bacillariophyta замещаются планктонными формами из Chrysophyta. На участках, расположенных ближе к плотине в фитопланктоне по количественным показателям развития Chrysophyta преобладают (рис. 9, 26). Доминирование Chrysophyta, летом и осенью в фитопланктоне северных и горных олиготрофных непроточных и слабопроточных водоемов, неоднократно отмечено рядом исследователей [136, 144, 274].

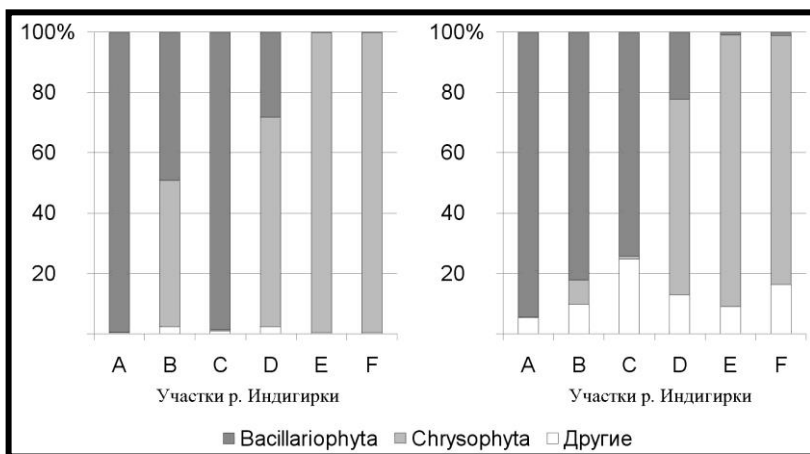


Рисунок 26. Изменение соотношения численности (слева) и биомассы (справа) доминирующих отделов водорослей на различных участках Колымского водохранилища

Таблица 21.

**Доминирующие виды различных участков фитопланктона
Колымского водохранилища**

Участки	Доминанты	Субдоминанты
А	<i>Synedra ulna</i>	<i>Diatoma elongatum</i> var. <i>tenue</i>
В	<i>Synedra ulna</i>	<i>Diatoma elongatum</i> var. <i>tenue</i>
С	<i>Asterionella formosa</i> , <i>Diatoma elongatum</i> f. <i>actinastroides</i>	<i>Synedra ulna</i>
Д	<i>Dinobryon divergens</i>	<i>Asterionella formosa</i>
Е	<i>Dinobryon divergens</i>	<i>Dinobryon cylindricum</i>
Ф	<i>Dinobryon divergens</i>	<i>Dinobryon cylindricum</i>

Наличие данных о фитопланктоне участка Колымы, позднее преобразованного в Колымское водохранилище [131, 132], позволяет проследить те изменения, которые произошли в развитии фитопланктона после постройки плотины Колымской ГЭС. Так, общее количество видов фитопланктона олиготрофного Колымского водохранилища не увеличилось, в сравнении с этим же участком р. Колымы до затопления (табл. 22). Тогда как в мезотрофных [40, 227] и евтрофных [173] водохранилищах исследователями отмечено значительное увеличение биоразнообразия фитопланктона, которое зафиксировано после зарегулирования речного стока.

Таблица 22.

**Число видов различных отделов водорослей планктона р. Колымы
(до постройки плотины) и Колымского водохранилища
(по Г.В. Кузьмину [131])**

Отдел	река Колыма	водохранилище
Cyanophyta	2	4
Cryptophyta	1	-
Dinophyta	1	3
Chrysophyta	5	7
Xanthophyta	4	1
Bacillariophyta	81	37
Euglenophyta	3	2
Chlorophyta	16	53
Всего	113	107

Значительно изменился видовой состав фитопланктона – коэффициент флористического сходства, рассчитанный для флоры планктона р. Колымы (до постройки плотины) и Колымского водохранилища крайне низкий, и составляет 0.19. Видовой состав Bacillariophyta в водохранилище стал беднее, чем был в р. Колыме, а Chlorophyta – богаче (табл. 22). Изменение гидрологического режима привело к полному обновлению ведущих таксонов планктонной флоры на уровне семейств и родов (табл. 23). В головной части списков появились таксоны из Chlorophyta и Chrysophyta. А таксоны из Bacillariophyta, занимавшие ведущие позиции в планктоне Колымы, переместились в конец списков ведущих семейств и родов Колымского водохранилища. В фитопланктоне увеличилась доля истинно планктонных видов (с 14.7 % в р. Колыме до 29.5 % в Колымском водохранилище), а бентосных сократилась (с 58.1 % до 19.6 %). Количество альпийских и арктоальпийских видов уменьшилось незначительно (с 12 видов в р. Колыме до 9 – в Колымском водохранилище); сократилось число холодолюбивых видов (с 11 до 4 видов) и реофилов (с 7 до 2), а число видов предпочитающих непроточные воды увеличилось (с 8 до 10). В планктоне р. Колымы было выявлено 2 вида водорослей, предпочитающих хорошо аэрированные воды, а в планктоне Колымского водохранилища таковые отсутствуют.

Таблица 23.

Ранговые места ведущих (по числу видов) семейств и родов фитопланктона р. Колымы (до строительства плотины) и Колымского водохранилища (по Г.В. Кузьмину [131]).

Семейство	р. Колыма	водохранилище	Род	р. Колыма	водохранилище
Naviculaceae	1	8–12	<i>Nitzschia</i>	1	-
Nitzschiaceae	2	8–12	<i>Navicula</i>	2–3	-
Cymbellaceae	3	8–12	<i>Cymbella</i>	2–3	10–12
Fragilariaceae	4	2	<i>Pinnularia</i>	4	-
Gomphonemataceae	5	4–5	<i>Gomphonema</i>	5	6–9
Diatomaceae	6–7	8–12	<i>Synedra</i>	6–7	6–9
Selenastraceae	6–7	-	<i>Monoraphidium</i>	6–7	-
Desmidiaceae	-	1	<i>Tribonema</i> Derbes et Solier	8–12	-

Таблица 23. (окончание)

Семейство	р. Колыма	водохранилище	Род	р. Колыма	водохранилище
Closteriaceae	-	3	<i>Aulacoseira</i>	8–12	-
Dinobryonaceae	-	4–5	<i>Fragilaria</i>	8–12	-
Peridiniaceae	-	6–7	<i>Diatoma</i> Bory	8–12	10–12
Surirellaceae	-	6–7	<i>Stauroneis</i> Ehr.	8–12	-
Volvocaceae	-	8–12	<i>Staurodesmus</i> Teil.	-	1
Synuraceae	8–12	-	<i>Staurastrum</i>	-	2
Tribonemataceae	8–12	-	<i>Closterium</i>	-	3–4
Aulacosiraceae	8–12	-	<i>Cosmarium</i>	-	3–4
Tabellariaceae	8–12	-	<i>Dinobryon</i>	-	5
Euglenaceae	8–12	-	<i>Cosmoastrum</i> Pal.-Mordv.	-	6–9
-	-	-	<i>Raphidiastrum</i> Pal.-Mordv.	-	6–9
-	-	-	<i>Surirella</i>	-	10–12

Уровень количественного развития фитопланктона Колымского водохранилища низкий, показатели численности и биомассы варьируют в пределах 3.4–47.8 тыс. кл./л и 0.002–0.037 мг/л. Эти данные сопоставимы с показателями фитопланктона р. Колымы до постройки плотины 1.0–202.0 тыс. кл./л и 0.002–0.034 мг/л [132]. Однако, по данным Г.В. Кузьмина, основу численности и биомассы фитопланктона Колымы составляли Bacillariophyta и Chlorophyta. В Колымском водохранилище водоросли Bacillariophyta преобладают лишь в верхней зоне, а в нижней зоне доминируют Chrysophyta (рис. 26).

4.9. Река Индигирка

В результате собственных наблюдений, а также с учётом прежних данных [117] в планктоне р. Индигирки удалось выявить 262 вида водорослей (301 таксон рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 10 классов, 16 порядков, 47 семейств, 91 рода (табл. 24).

Таблица 24.

Систематический состав флоры планктона р. Индигирки

ОТДЕЛ	ЧИСЛО							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	2	3	7	9	17	17	-	6.5
Dinophyta	1	1	1	3	6	6	-	2.3
Chrysophyta	1	1	2	5	13	15	1	5.0
Xanthophyta	1	1	2	2	4	4	-	1.5
Bacillariophyta	2	4	17	32	110	138	5	42.0
Euglenophyta	1	1	1	4	11	12	1	4.2
Chlorophyta	2	5	17	36	101	109	16	38.5
Всего	10	16	47	91	262	301	23	100.0

По видовому богатству преобладают представители отдела диатомовых водорослей (42.0 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов зелёные (38.5 %). Разнообразно представлены синезеленые, золотистые и эвгленовые водоросли – соответственно 6.5, 5.0 и 4.2 %. Динофитовых (2.3 %) и желтозеленых (1.5 %) – меньше. Основу выявленного сводного списка на 82.1 % составляют диатомовые и зеленые водоросли. Показатель отношения флоры синезеленых к зеленым водорослям фитопланктона р. Индигирки высокий и составляет 1:5.9, что нехарактерно для гумидных полярных областей, например для р. Анабар это отношение составляет 1:1.7 [66].

На уровне классов выделяется Pennatophyceae (38.9 % видового состава), Chlorophyceae (19.8 %) и Conjugatophyceae (18.7 %); на уровне порядков – Raphales (30.2 %), Desmidiaceae (17.6 %) и Chlorococcales (16.0 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 158 видов водорослей (60.2 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам диатомовых, зеленых, золотистых и эвгленовых: Desmidiaceae (12.6 % видового состава), Naviculaceae (10.3 %), Fragilariaceae (6.5 %), Symbellaceae (5.7 %), Scenedesmeaceae (5.3 %), Closteriaceae (5.0 %), Euglenaceae (4.2 %), Dinobryonaceae (3.8 %), Eunotiaceae и Nitzschaceae (по 3.4 %). Высокая позиция в спектре семейств Desmidiaceae отражает

голарктические черты флор северного полушария. Одно- и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Индигирки – 22, т. е. 46.8 % от их общего количества.

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Индигирки указывает на неравномерность распределения видов по родам. Ведущие по видовому богатству 8 родов, составляют 8.8 % всего родового состава и охватывают 30.7 % общего числа видов. Это представители отделов диатомовых и зелёных: *Cymbella* (5.3 % видового состава), *Closterium* (5.0 %), *Navicula* (4.6 %), *Eunotia* (3.4 %), *Synedra*, *Pinnularia*, *Nitzschia* и *Cosmarium* (по 3.1 %). 68.1 % всех родов водорослей планктона реки являются одно- и двувидовыми, причем на их долю приходится около трети видового состава. Северные флоры отличает преобладание маловидовых семейств и родов [86]. Пропорции флоры 1:1.9:5.6:6.4. Родовая насыщенность 2.9, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.1.

В фитопланктоне реки выявлено 23 вида и разновидности, новых для флоры рек региона (табл. 24).

Специфичных для планктона реки видов насчитывается 24, они принадлежат к отделам Bacillariophyta (11 видов), Chlorophyta (7), Chrysophyta (3), Euglenophyta (2) и Dinophyta (1). Специфичный род – один, это род *Strombomonas* из эвгленовых водорослей.

Активность видов фитопланктона реки относительно невысока. Так среди высоко- и особоактивных видов насчитывается 30 таксонов (табл. 25). Это представители диатомовых, зеленых и золотистых водорослей.

Таблица 25.

Распределение видов фитопланктона р. Индигирки по группам активности

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Суанophyta	6	4	0	0
Dinophyta	3	2	0	0
Chrysophyta	5	4	3	1
Xanthophyta	3	1	0	0
Bacillariophyta	44	13	14	7
Euglenophyta	2	0	0	0
Chlorophyta	49	16	5	0
Всего	112	40	22	8

В фитопланктоне р. Индигирки преобладают бентосные формы и эпибионты (31.6 % видового состава), водорослей смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний (26.9 %) и истинно–планктонных форм (26.0 %) – меньше. Следует отметить, что для крупных рек по данным ряда авторов [149, 227], напротив характерно преобладание планктонных организмов. Значительное число обрастателей в фитопланктоне р. Индигирки объясняется большой протяжённостью горного участка реки с быстрым течением, что способствует попаданию водорослей–обрастателей в речной планктон, часть из которых находит благоприятные условия для вегетации.

Скорость течения Индигирки высокая на всём протяжении исследованного участка реки. Поэтому, несмотря на то, что видов, характерных для проточных водоёмов в фитопланктоне реки лишь 2.7 %, это широко распространённые в Индигирке виды, играющие в планктоне реки большую роль: *Hannaea arcus*, *Gomphonema angustatum* var. *productum*, *Meridion circulare*.

Воды р. Индигирки маломинерализованные [71] что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (65.5 %). Активная реакция вод Индигирки слабощелочная, поэтому значительна доля индифферентов (24.9 %), алкалифилов и алкалибионтов (21.3 %); ацидофилов (7.6 %) – меньше, ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона р. Индигирки составляют космополиты (61.1 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий реки, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в планктоне Индигирки составляет 6.7 %. К ним относятся распространённые в планктоне реки водоросли: *Aulacoseira italica* var. *subarctica*, *Hannaea arcus*, *Achnanthes nodosa*, *Didymosphenia geminata*, *Spondylosium planum*.

Альпийские и арктоальпийские виды, приуроченные к северным и горным областям, играют значительную роль в фитопланктоне исследованной реки, что согласуется с её географическим положением.

Доля представителей голарктического географического царства – 6.8 %, среди них широкораспространённые в Индигирке планктонные виды: *Oscillatoria subtilissima*, *Pandorina charkoviensis*, *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Coenococcus planctonicus*.

Бореальных и циркумбореальных видов меньше – 6.0 %, среди них лишь один широкораспространённый в реке вид – *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia*.

Географическое положение Индигирки объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. italica*, *Diatoma hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia praerupta*, *Gomphonema ventricosum*.

Среди выявленных в планктоне реки водорослей, 211 видов и разновидностей являются водорослями – показателями сапробности, что составляет 70.1 % от общего числа таксонов. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов реки Индигирки на 18.0 % образован β–мезосапробными формами, 48.3 % – видов, развивающихся в переходной зоне между β–мезо– и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 11.4 %, с низкими – 22.3 %. Индекс сапробности варьирует по пунктам наблюдений на р. Индигирке в пределах от 0.61 до 1.79, и в среднем составляет 1.42 (что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения).

В соответствии с морфометрией Индигирки мы условно разделили исследованную часть реки на три участка: верхний, средний и нижний.

Верхний участок. В составе фитопланктона на этом участке выявлено 90 видов (102 внутривидовых таксона) из семи отделов. По числу видов преобладают диатомовые (56.7 % общего числа видов), им уступают зелёные (23.3 %). Золотистых и синезелёных меньше – 7.8 % и 5.6 % соответственно. Беден состав жёлтозелёных (3.3 %) и динофитовых (2.2 %), из эвгленовых встречен один вид.

Количественные показатели развития фитопланктона в верховьях реки – 41.0 тыс. кл./л и 0.042 мг/л. Надо отметить, что это средние показатели для верхнего участка. Относительно высокий уровень вегетации фитопланктона обусловлен одним пиком в пробах, отобранных в районе устья р. Иньяли, где численность и биомасса составляли соответственно 155.5 тыс. кл./л и 0.152 мг/л. По остальным пунктам отбора проб количественные показатели не превышали 89.1 тыс. кл./л и 0.088 мг/л. Как по численности, так и по биомассе основу фитопланктона составляют диатомовые водоросли (99.9 % численности, 99.6 % биомассы).

В планктоне доминируют четыре вида диатомей: *Hannaea arcus*, *Achnanthes nodosa*, *Gomphonema angustatum* var. *productum*, *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia*. Первые три вида признаются С.С. Бариновой и соавторами [15] типично бентосными формами, а последний – смешанного планктонно–бентосного типа. Однако в условиях горной реки эти водоросли попадают из обрастаний в планктон и активно в нем развиваются. В планктон Индигирки эти виды попадают и из притоков. Например, в устье р. Иньяли в планктонных пробах были обнаружены всеобразные колонии *Hannaea arcus* с численностью 130.1 тыс. кл./л (83.7 % общей численности фитопланктона в пробе). Река Иньяли, левый приток Индигирки, имеет характер бурного потока с небольшими глубинами, каменистым ложем, и температурой воды во время отбора проб 9.4°C. В таких небольших реках создаются

благоприятные условия для развития реофильной прикрепленной диатомовой флоры, откуда она попадает в планктон Индигирки и продолжает там вегетировать. Следует отметить, что в пробах из самой Индигирки *Hannaea arcus* колониями не отмечена, и встречалась только в виде одиночных клеток.

Гидрологические и географические особенности верхней Индигирки закономерно отражаются на экологической характеристике доминирующих в фитопланктоне видов. Среди них два представителя арктоальпийской флоры (*Hannaea arcus* и *Achnanthes nodosa*) и два типичных реофила (*Hannaea arcus* и *Gomphonema angustatum* var. *productum*). Следует также отметить, что при микроскопировании материала из верховьев Индигирки зафиксирована частая встречаемость среди диатомовых из родов *Synedra* и *Hannaea* Patr., форм с искривленным панцирем. Вероятно гидродинамические нагрузки на клетки планктона в условиях горной реки, вызывают отклонения от нормы при росте и развитии водорослей.

Индекс видового разнообразия Нв варьирует по точкам отбора проб от 2.04 до 3.72. Индекс сапробности – 1.24, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Средний участок. В планктоне среднего участка р. Индигирки выявлен 121 вид водорослей (141 внутривидовой таксон) из 6 отделов. По видовому богатству по–прежнему преобладают диатомовые (48.8 % общего числа видов). По сравнению с предыдущим участком возрастает вклад во флору планктона представителей других отделов водорослей, главным образом зелёных (30.6 %) и синезелёных (8.3 %). Разнообразно представлены золотистые (5.8 %), желтозеленых и динофитовых (по 3.3 %) – меньше.

Уровень вегетации фитопланктона в среднем течении реки несколько ниже, чем в верховьях – 34.5 тыс. кл./л, 0.035 мг/л. По количественному развитию в планктоне среднего участка реки по–прежнему доминируют диатомеи, их доля в общей численности фитопланктона составляет 92.2 %, в биомассе – 98.5 %. Несколько увеличивается роль зелёных (7.0 % численности, 1.0 % биомассы фитопланктона) и золотистых (0.8 % численности, 0.3 % биомассы) водорослей. Доля представителей других отделов водорослей в общей биомассе фитопланктона незначительна.

Набор структурообразующих видов фитопланктона несколько меняется по сравнению с верховьем реки, но это по–прежнему представители диатомей: *Hannaea arcus*, *Diatoma elongatum*, *Achnanthes nodosa*, *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Gomphonema angustatum* var. *productum*. Индигирка в среднем течении в значительной степени сохраняет горный характер. Доминанты на этом

участке реки, как и выше по течению, это бентосные и планктонно-бентосные формы, среди них два арктоальпийских вида и два реофила. Индекс биоразнообразия в среднем течении реки меняется по пунктам отбора проб от 2.75 до 4.36. Индекс сапробности – 1.35, что соответствует α - β -мезосапробной зоне самоочищения.

Нижний участок. Видовое обилие фитопланктона в нижнем течении реки наиболее велико, по сравнению с вышележащими участками – 185 видов (206 внутривидовых таксонов) из 7 отделов. Видовое богатство фитопланктона увеличивается главным образом за счет представителей отдела зеленых водорослей, которые составляют 46.5 % видового состава. Число видов диатомовых остаётся таким же, как и выше по течению, а их доля во флоре планктона снижается до 31.9 % от общего числа видов. Возрастает роль золотистых и эвгленовых, чья доля в планктоне Индигирки увеличивается соответственно до 6.5 и 5.4 %. Разнообразно представлены синезелёные водоросли (5.4 %), динофитовых (2.7 %) и жёлтозелёных (1.6 %) меньше.

Численность фитопланктона в низовьях Индигирки больше, чем на вышерасположенных участках реки – 49.5 тыс. кл./л. Уровень биомассы ниже, чем на участках верхнего и среднего течения – 0.027 мг/л. Низкий показатель биомассы при большой численности клеток планктона объясняется тем, что в низовьях реки лучше развиваются мелкоклеточные истинно-планктонные формы водорослей. Основу фитопланктона по количественным показателям развития составляют диатомовые водоросли (61.8 % численности, 64.6 % биомассы фитопланктона), однако их доля в планктоне снижается в сравнении с вышележащими участками реки. Роль золотистых водорослей в формировании численности и биомассы фитопланктона в низовьях реки возрастает до 22.7 % общей численности и 28.7 % общей биомассы водорослей. Доля зелёных также повышается и составляет 15.5 % численности и 5.7 % биомассы фитопланктона. Роль представителей других отделов незначительна.

Следует отметить, что в планктоне устьев притоков нижней Индигирки, роль водорослей отделов золотистых и зелёных выше, чем в самой реке. Например, в устье р. Бадярихи как по числу видов, так и по численности и биомассе фитопланктона доминировали не диатомеи, как в самой Индигирке, а зелёные водоросли (66.7 % видового состава, 61.8 % численности, 64.6 % биомассы водорослей). В устье р. Большая Эрча по видовому обилию преобладали зелёные водоросли (47.1 % видового состава), а по количественному развитию – золотистые (67.6 % численности, 88.3 % биомассы фитопланктона). Согласно концепции речного континуума [276] речную

экосистему следует рассматривать как единое целое, в том смысле, что нижележащие по течению участки реки, испытывают воздействие как вышележащих участков, так и приточной системы. Очевидно, многие виды золотистых и зеленых заносятся в планктон реки из притоков. Например, в пробе из устья р. Бадярихи обнаружен 81 вид водорослей, из них 31 вид выше по течению Индигирки ни в одной из проб зафиксирован не был, причем из этого количества 25 видов – представители отдела зелёных. Однако не все занесённые из притоков виды находят в Индигирке благоприятные условия для вегетации, часть этих водорослей выпадает из планктона реки. Так, из 31 занесенного из р. Бадярихи вида, в пробе взятой из Индигирки в 120 км ниже устья этого притока, встречено лишь 7 видов, в 190 км – 5 видов, а в 380 км ниже лишь 3 вида. Притоки нижней Индигирки отличаются от самой реки по гидрологическим условиям. Индигирка на этом участке сохраняет скорость течения до 1.2 м/с. Притоки нижней Индигирки берут начало на невысоких плато и протекают по заболоченной низменности, скорость течения исследованных нами притоков не превышает 0.6 м/с.

Набор доминантов полностью меняется в сравнении с вышележащими участками Индигирки, в их числе наряду с диатомеями появляются представители зелёных и золотистых: *Asterionella formosa*, *Monoraphidium komarkovae*, *Dinobryon suecicum*, *Synedra ulna*, *S. tabulata*. В низовьях Индигирка приобретает равнинный характер, скорость течения снижается, и среди доминантов появляются два типично планктонных вида: *Asterionella formosa* и *Dinobryon suecicum*, бентосный вид один – *Synedra tabulata*, и два вида смешанного планктонно–бентосного типа местообитаний: *Monoraphidium komarkovae* и *Synedra ulna*. Географическое положение исследуемого участка Индигирки обуславливает наличие среди доминантов арктоальпийского вида – *Dinobryon suecicum*.

Индекс биоразнообразия в низовьях р. Индигирки варьирует от 3.67 до 4.39. Индекс сапробности – 1.60, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Таким образом, уровень видового разнообразия водорослей планктона Индигирки повышается от верхнего участка к нижнему (рис. 27). Большое влияние на фитопланктон Индигирки оказывает заносная флора, в видовом отношении фитопланктон обогащается за счёт приточной системы, этот факт отмечен и для других рек региона [52, 66, 80, 120, 182]. Полученные сведения о водорослях планктона реки в целом, свидетельствуют об их относительном видовом разнообразии.

Таксономическая структура сообществ планктонных водорослей р. Индигирки не однородна на различных участках реки. В верховьях по числу видов преобладают диатомеи, в среднем течении увеличивается доля представителей других отделов, главным образом зелёных водорослей. В нижнем течении зелёные выходят на первое место по видовому обилию (рис. 27).

Как по численности, так и по биомассе основу фитопланктона на всём протяжении реки составляют диатомовые водоросли. В среднем, и особенно нижнем течении р. Индигирки возрастает роль золотистых и зелёных (рис. 27).

Наибольший уровень численности фитопланктона отмечен в нижнем течении Индигирки (рис. 27), это закономерно связано с тем, что фитопланктон реки обогащается за счёт приточной системы. Показатели биомассы снижаются по направлению от верховья к низовью реки (рис. 27). Это обусловлено тем, что к устью скорость течения Индигирки снижается, и в планктоне возрастает роль мелкоклеточных истинно-планктонных видов, т. к. главным ингибирующим фактором развития планктонных форм является течение [89].

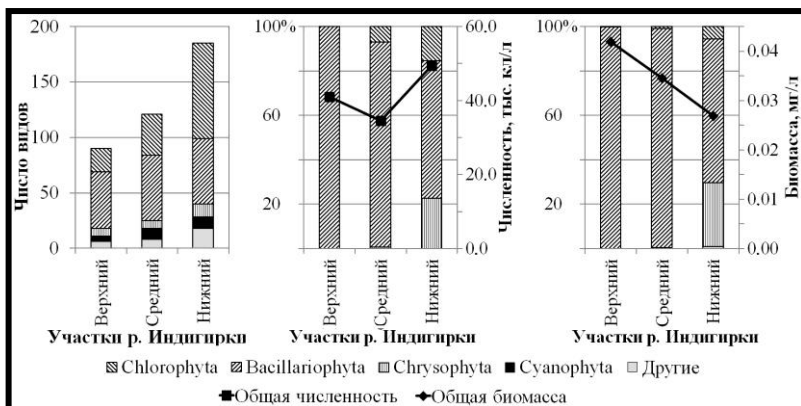


Рисунок 27. Изменение числа видов (слева), численности (в центре) и биомассы (справа) доминирующих отделов водорослей и их абсолютные значения на различных участках р. Индигирки

Основные факторы, сдерживающие развитие планктонных водорослей Индигирки – это высокая скорость течения и низкое содержание в водах реки минеральных веществ и биологически доступных биогенных элементов. Это определяет невысокие показатели численности и биомассы водорослей, которые варьируют по различным

пунктам отбора проб в следующих пределах: 0.2–155.5 тыс. кл./л и 0.001–0.152 мг/л.

Согласно рассчитанным нами коэффициентам общности видового состава фитопланктона для разных участков реки, наибольшую степень сходства имеют верхний и средний участки (0.65), что объясняется сходными условиями обитания водорослей. Высокая степень сходства между видовым составом фитопланктона среднего и нижнего участков реки (0.58), связана с их смежным расположением. Низкий коэффициент флористического сходства фитопланктона пары участков верхний–нижний (0.45) обусловлен различием гидрологических условий.

Результаты кластерного анализа показывают, что наибольший флористический сдвиг обнаруживается на границе среднего и нижнего участков реки, в районе устья р. Бадяриха (пункты 22 и 23). Это обусловлено сменой гидрологических условий при выходе реки из горной области на обширную территорию Абыйской и Яно–Индибирской низменностей (рис. 28).

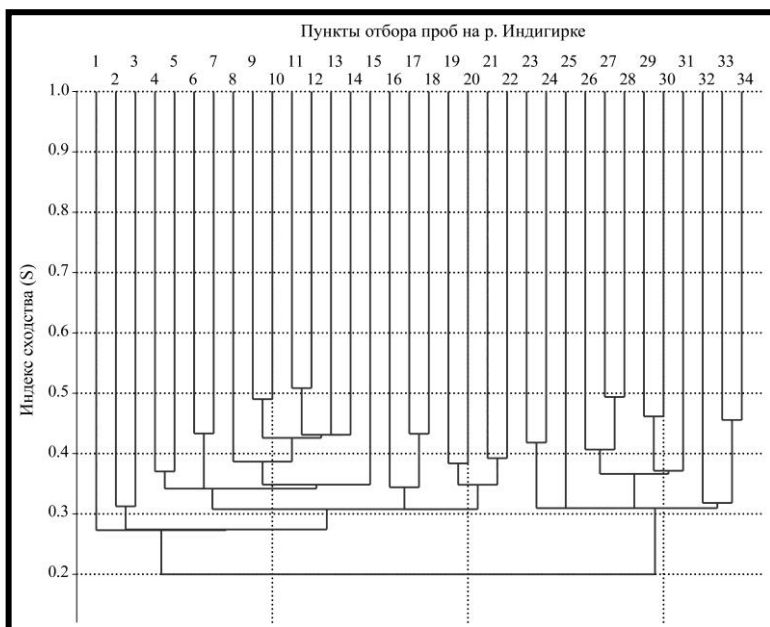


Рисунок 28. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Индигирке

Состав доминантов на верхнем и среднем участках реки достаточно однороден, в их состав входят бентосные и планктонно–бентосные диатомовые, включая по два арктоальпийских и реофильных вида. В нижнем течении состав доминантов меняется, в их числе нет реофильных видов, бентосные виды замещаются типично планктонными, кроме диатомовых появляются представители зелёных и золотистых, включая один арктоальпийский вид.

Индекс биоразнообразия (Hb) фитопланктона р. Индигирки повышается от верховья к устью.

4.10. Река Яна

В результате собственных наблюдений, а также с учётом ранее опубликованных данных [120], в составе планктона р. Яны выявлены 329 видов водорослей (384 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 8 отделов, 12 классов, 22 порядков, 56 семейств, 101 рода (табл. 26).

Основу списка таксонов на 80.6 % составляют диатомовые и зелёные водоросли. Из них на долю диатомовых приходится 51.2 % от общего числа видов. Значительно меньшим богатством отличаются синезелёные (9.7 %), золотистые (3.0 %), желтозелёные (3.0 %), эвгленовые (2.1 %) и динофитовые (1.2 %) водоросли. Красные водоросли представлены одним видом. Показатель соотношения числа синезелёных и зелёных водорослей в составе фитопланктона р. Яны высок и составляет 1: 3.0, что нехарактерно для гумидных полярных областей. Например, для р. Анабар это отношение составляет 1:1.7 [66].

На уровне классов выделяются Pennatophyceae (49.7 % видового состава), Conjugatophyceae (17.3 %) и Chlorophyceae (12.1 %); на уровне порядков – Raphales (40.6 %), Desmidiaceae (16.1 %) и Araphales (9.1 %). Наиболее крупные по числу видов 11 семейств включают 222 вида водорослей (67.1 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам диатомовых, зелёных и синезелёных: Naviculaceae (13.6 % видового состава), Desmidiaceae (10.6 %), Fragilariaceae (7.3 %), Cymbellaceae (7.0 %), Closteriaceae (5.5 %), Nitzschiaceae (4.8 %), Oscillatoriaceae (4.2 %), Eunotiaceae (3.9 %), Gomphonemataceae (3.6 %), Surirellaceae и Scenedesmaceae (по 3.3 %). Одно– и двувидовых семейств в спектре водорослей планктона р. Яны – 33, т. е. 58.9 % от их общего количества.

Таблица 26.

Систематический состав фитопланктона р. Яны

ОТДЕЛ	ЧИСЛО							% от общего числа видов
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов для флоры КРВС	
Cyanophyta	2	3	9	13	32	35	-	9.7
Dinophyta	1	1	1	2	4	4	-	1.2
Chrysophyta	1	2	4	5	10	12	-	3.0
Xanthophyta	2	2	4	4	10	10	-	3.0
Bacillariophyta	2	4	17	33	168	209	4	51.1
Euglenophyta	1	1	1	3	7	8	1	2.1
Chlorophyta	2	8	19	40	97	105	12	29.5
Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	-	0.3
Всего	12	22	56	101	329	384	17	100.0

Анализ родового спектра водорослей планктона р. Яны указывает на неравномерность распределения видов по родам. Ведущие по видовому обилию 10 родов составляют 9.9 % всего родового состава и охватывают 44.7 % общего числа видов. Это представители отделов диатомовых, зелёных и синезелёных: *Cymbella* (6.7 % видового состава), *Closterium* (5.5 %), *Navicula* (5.2 %), *Synedra*, *Pinnularia* и *Nitzschia* (по 4.5 %), *Eunotia* (3.9 %), *Cosmarium* (3.6 %), *Gomphonema* (3.3 %), *Oscillatoria* (3.0 %). Основная часть, 71.3 % всех родов, являются одно- и двувиновыми, причём на их долю приходится около трети видового состава. Пропорции флоры составляют 1:1.8:5.9:6.9; родовая насыщенность – 3.3, среднее число внутривидовых таксонов в видах – 1.2.

Из общего числа обнаруженных таксонов рангом ниже рода, 17 видов и разновидностей водорослей зарегистрированы нами впервые для рек региона (табл. 26).

Довольно богат состав специфичных для планктона реки видов водорослей, их насчитывается 63 из отделов Bacillariophyta (37 видов), Chlorophyta (15), Cyanophyta (8), Chrysophyta (2) и Xanthophyta (1). Специфичными являются три рода – *Symploca* Kütz. из синезелёных, *Kybotion* Pasch. из золотистых и *Pachyphorium* Pal.-Mordv. из зелёных.

Активность видов фитопланктона – средняя среди исследованных нами рек. Так в числе высоко- и особоактивных видов – 37 таксонов (табл. 27) из отделов диатомовых, зеленых, золотистых и синезеленых водорослей.

В фитопланктоне р. Яны преобладают бентосные формы и эпибионты (44.2 % видового состава). Водоросли, обитающие как в планктоне, так и в бентосе, составляют 22.3 %, а истинные планктеры – всего 16.9 %.

Таблица 27.

**Распределение видов фитопланктона р. Яны
по группам активности**

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Сyanophyta	7	3	1	0
Dinophyta	3	1	0	0
Chrysophyta	3	2	0	3
Xanthophyta	3	0	0	0
Bacillariophyta	32	18	15	11
Euglenophyta	4	1	0	0
Chlorophyta	34	8	3	4
Всего	86	33	19	18

На всём протяжении (исключая дельту) р. Яна характеризуется высокой скоростью течения – 0.8–2.0 м/с. Поэтому, несмотря на то, что доля реофильных видов в фитопланктоне реки составляет лишь 1.8 %, это широко распространённые виды, играющие в планктоне реки большую роль: *Hannaea arcus* и *Gomphonema angustatum* var. *productum*. Встречены два вида диатомовых водорослей, предпочитающие хорошо аэрированные воды: *Pinnularia borealis* и *Nitzschia terrestris*.

Воды р. Яны маломинерализованные, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (68.3 %). Активная реакция вод р. Яны нейтральная, поэтому значительна доля индифферентов (24.9 %), алкалифилов (19.0 %), ацидофилов (8.6 %) и алкалибионтов (3.1 %) – меньше, ацидобионты отсутствуют.

По географической принадлежности основу фитопланктона р. Яны составляют космополиты (55.6 %). Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий реки, представляют альпийские и арктоальпийские организмы, их доля в планктоне составляет 6.0 %. Среди них два вида отмечены во всех отобранных в р. Яне пробах: *Didymosphenia geminata* и *Hannaea arcus*.

Альпийские и арктоальпийские виды, приуроченные к северным и горным областям, играют значительную роль в фитопланктоне реки, что согласуется с её географическим положением.

Доля представителей голарктического географического царства – 7.5 %, среди них широко распространённые в р. Яне планктонные виды: *Oscillatoria subtilissima* и *Pandorina charkoviensis*.

Бореальных и циркумбореальных видов меньше – 11.2 %, среди них лишь два широко распространённых в реке вида – *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia* и *Aulacoseira distans*.

Географическое положение р. Яны объясняет присутствие в планктоне стенотермных холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. italica*, *Diatoma hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Stauroneis smithii* var. *karelica*, *Pinnularia brevicostata*, *Eunotia praeurupta* и *Gomphonema ventricosum*.

246 видов и разновидностей водорослей из всех выявленных в планктоне реки являются индикаторами сапробности, что составляет 63.9 % от общего числа таксонов. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще состав водорослей–индикаторов реки на 16.3 % образован β–мезосапробными формами, на 20.3 % – олигосапробными, 29.2 % – виды, развивающиеся в переходной между β–мезо– и олигосапробной зоне. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 11.4 %, с низкими – 22.8 %. Индекс сапробности варьирует по пунктам наблюдений в пределах от 0.92 до 1.81, в среднем составляя 1.56 (что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения).

Верхний участок. В составе фитопланктона на этом участке выявлены 107 видов (123 таксона рангом ниже рода) из семи отделов. По числу видов преобладают диатомовые (57.0 % общего числа видов), им уступают зелёные (22.4 %) (рис. 29). Золотистых (6.5 %), сине-зелёных и эвгленовых (по 4.7 %) меньше. Беден состав жёлто–зелёных (2.8 %) и динофитовых (1.9 %).

Количественные показатели развития фитопланктона в верховьях реки невысоки – 3.8 тыс. кл./л и 0.016 мг/л [70]. По численности клеток основу фитопланктона составляют диатомовые водоросли (88.2 % от общей численности фитопланктона), доля зелёных (4.6 %) и золотистых (4.3 %) невелика (рис. 29). В формировании биомассы водорослей планктона, наряду с диатомовыми (66.6 % общей биомассы) значительное участие принимают зелёные водоросли (21.8 %) (рис. 29). В составе планктона доминируют три вида диатомей – планктонный *Asterionella formosa*, планктонно–бентосный *Synedra ulna* и случайно планктонный *Hannaea arcus*. Наличие среди доминантов представителя арктоальпийской флоры (*H. arcus*) обусловлено географическим положением Яны.

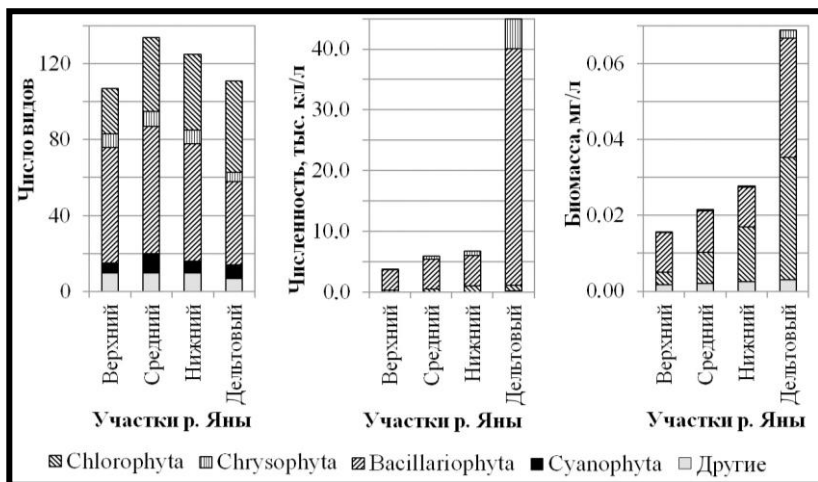


Рисунок 29. Изменение числа видов (слева), численности (в центре) и биомассы (справа) доминирующих отделов водорослей и их абсолютные значения на различных участках р. Яны

Индекс видового разнообразия варьирует по точкам отбора проб от 3.33 до 4.51. Индекс сапробности составляет 1.55, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Средний участок. В планктоне среднего участка р. Яны выявлены 134 вида водорослей (149 таксонов рангом ниже рода) из 7 отделов. По видовому обилию по-прежнему преобладают диатомовые, но их доля в видовом спектре планктона несколько снижается в сравнении с верховьями реки (50.0 % общего числа видов). По сравнению с предыдущим участком возрастает вклад во флору планктона представителей других отделов водорослей, главным образом зелёных (29.1 %) (рис. 29). Разнообразно представлены синезелёные (7.5 %) и золотистые (6.0 %); эвгленовых (3.0 %), жёлто-зелёных и динофитовых (по 2.2 %) – меньше.

Уровень вегетации фитопланктона в среднем течении реки несколько выше, чем в верховье – 6.0 тыс. кл./л, 0.022 мг/л (рис. 29). По количественному развитию в планктоне среднего участка реки по-прежнему доминируют диатомеи, их доля в общей численности фитопланктона составляет 81.2 %, в биомассе – 51.2 %. Несколько возрастает роль зелёных (7.1 % численности, 38.0 % биомассы фитопланктона) и золотистых (9.2 % численности, 1.1 % биомассы) водорослей.

Набор структурообразующих видов фитопланктона по сравнению с верховьями реки меняется незначительно, это по-прежнему представители диатомей *S. ulna*, *A. formosa*, *Nitzschia acicularis*. Доминируют на этом участке реки планктонные и планктонно-бентосные формы, космополиты.

Индекс биоразнообразия в среднем течении реки меняется по пунктам отбора проб от 3.00 до 4.44. Индекс сапробности составил 1.62, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Нижний участок. Видовое богатство фитопланктона в нижнем течении реки сохраняется примерно на том же уровне, что и на вышележащих участках – 125 видов (134 таксона рангом ниже рода) из 7 отделов (рис. 29). Диатомовые водоросли по видовому богатству продолжают доминировать (49.6 % общего числа видов), однако их доля в фитопланктоне нижнего течения уменьшается в сравнении с верхним и средним участками реки. Возрастает роль зелёных водорослей, чья доля в видовом составе фитопланктона увеличивается до 32.0 %. Разнообразно представлены золотистые (5.6 %) и синезелёные (4.8 %) водоросли; эвгленовых (3.2 %), динофитовых и жёлто-зелёных (по 2.4 %) меньше.

Количественные показатели развития фитопланктона нижнего течения р. Яны несколько возрастают в сравнении с вышерасположенными участками реки (6.8 тыс. кл./л, 0.028 мг/л) (рис. 29). Основу численности составляют диатомовые (73.4 %), но их вклад снижается по сравнению с верхним и средним участками реки. Возрастает значение зелёных и золотистых водорослей, их доля в общей численности фитопланктона составляет соответственно – 12.9 % и 11.1 %. Значение зелёных водорослей в формировании биомассы фитопланктона нижнего течения по сравнению с вышележащими участками также возрастает (52.1 % от общей биомассы), а диатомовых – уменьшается (37.6 %) (рис. 29). Зелёные водоросли в низовьях реки, таким образом, выходят на первое место по показателю биомассы.

В числе доминантов находятся виды, входившие в руководящий комплекс в верховьях реки и в её среднем течении: диатомеи *S. ulna*, *A. formosa*, *H. arcus*.

Индекс биоразнообразия в низовьях р. Яны варьирует от 3.06 до 4.40. Индекс сапробности составил 1.52, что соответствует олиго-β-мезосапробной зоне самоочищения.

Дельтовый участок. Видовое богатство водорослей, отмеченных в планктоне исследованного участка дельты р. Яны, остается примерно на том же уровне, что и на расположенных выше участках реки – 111 видов (123 таксона рангом ниже рода) из 7 отделов (рис. 29).

В дельте р. Яны по видовому обилию на первое место выходят зелёные водоросли (43.2 % общего числа видов). На втором месте диатомовые (39.6 %), разнообразно представлены синезелёные (6.3 %); золотистых и динофитовых меньше – соответственно 4.5 % и 3.6 %; беден состав жёлто–зелёных (1.8 %) и эвгленовых (0.9 %).

Количественные показатели развития фитопланктона в дельте р. Яны резко возрастают, и составляют в среднем для участка 45.0 тыс. кл./л и 0.069 мг/л (рис. 29). Основу численности планктонных водорослей составляют диатомовые, их роль в планктоне дельтового участка возрастает до 86.7 % от общей численности фитопланктона. Причём от 81.1 % до 87.7 % численности диатомей формирует один массово развивающийся вид – *A. formosa*. Значителен вклад в численность фитопланктона водорослей из отдела золотистых (10.8 %). Биомассу фитопланктона дельты формируют главным образом представители двух отделов – зелёных (46.8 % от общей биомассы) и диатомовых (45.4 %) (рис. 29).

В числе доминантов фитопланктона дельты Яны, кроме отмеченных на вышерасположенных участках реки диатомей *A. formosa* и *S. ulna* появляется представитель золотистых водорослей *Dinobryon sociale*.

Индекс биоразнообразия в дельте реки меняется по пунктам отбора проб от 2.72 до 3.46. Индекс сапробности составил 1.52, что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне самоочищения.

Таким образом, сведения, полученные о фитопланктоне реки, свидетельствуют о его значительном видовом разнообразии. Уровень этого разнообразия от участка к участку меняется незначительно (рис. 29). Для фитопланктона р. Яны отмечена высокая позиция в спектре семейств Desmidiaceae, а также преобладание маловидовых семейств и родов.

Таксономическая структура сообществ планктонных водорослей р. Яны неоднородна на различных участках реки. В верхнем, среднем и нижнем течении в фитопланктоне по числу видов преобладают диатомеи. В среднем и особенно нижнем течении увеличивается доля представителей других отделов, главным образом, зелёных. В дельте сохраняется тенденция к уменьшению роли диатомей, а зелёные водоросли выходят на первое место по видовому обилию (рис. 29).

Гидрологические особенности р. Яны обуславливают заметное влияние на фитопланктон реки заносной флоры. Так, среди обнаруженных в планктоне видов водорослей, для которых известна их экологическая приуроченность к типу местообитания, к планктонным и планктонно–бентосным формам относятся 46.9 %, а к бентосным,

эпибионтам и обитателям почв – 53.1 %. Быстрое течение, наличие перекатов с небольшими глубинами и турбулентность потока воды способствуют попаданию в планктон реки водорослей из обрастаний, часть из которых находит благоприятные условия для вегетации. Следует отметить, что для крупных рек, по данным ряда авторов [156, 227], напротив, типично преобладание планктонных организмов.

По численности основу фитопланктона на всём протяжении реки составляют диатомовые водоросли (рис. 29). Роль зелёных и золотистых растёт от верховья реки к устью, а диатомовых – снижается. В дельте доля диатомей вновь возрастает за счёт одного вида – *A. formosa*. По биомассе диатомовые преобладают в планктоне на верхнем и среднем участках, однако к устью реки их доля снижается (рис. 29). В планктоне нижнего и дельтового участков на первое место по уровню биомассы выходят зелёные водоросли.

Диатомовые водоросли преобладают как в качественном, так и в количественном составе планктона на участках реки, где нами отмечена наименьшая прозрачность воды. На участках, расположенных ближе к устью, по мере возрастания степени прозрачности воды, роль в фитопланктоне зелёных и золотистых растёт, а диатомовых – снижается.

Уровень количественного развития фитопланктона р. Яны повышается от верховья к низовью (рис. 29), это закономерно связано с тем, что фитопланктон реки обогащается за счёт приточной системы.

Резкое повышение численности и биомассы фитопланктона р. Яны в дельте, обусловлено столь же резким снижением на этом участке реки скорости течения, а это главный ингибирующий фактор развития планктона [89].

Факт массового развития в планктоне дельтового участка Яны представителя диатомовой флоры *A. formosa* характерен и для других рек арктического бассейна [66, 67, 68, 184]. В рр. Анабар и Оленёк этот вид отмечен только в низовьях, непосредственно в устьевых участках развивался массово и входил в число доминантов.

Основные факторы, сдерживающие развитие планктонных водорослей р. Яны – высокая скорость течения, низкое содержание в водах минеральных элементов и биологически доступных биогенных веществ, и малая степень прозрачности. Это определяет невысокие показатели численности и биомассы водорослей, которые варьируют по разным пунктам отбора проб в следующих пределах: 1.7–73.7 тыс. кл./л и 0.009–0.084 мг/л.

Состав доминантов достаточно однороден на верхнем, среднем и нижнем участках реки, где в их число входят планктонные,

планктонно–бентосные и бентосные диатомовые. В дельте в составе доминантов, кроме диатомовых, появляется представитель золотистых водорослей.

Более высокий коэффициент общности видового состава фитопланктона р. Яны обнаруживают смежные участки реки: средний–нижний и верхний–средний, что объясняется сходными условиями обитания водорослей. Низкий коэффициент флористического сходства фитопланктона пары участков верхний–дельтовый обусловлен их взаимной удаленностью и различием гидрологических условий (табл. 28).

Результаты кластерного анализа флористического состава фитопланктона реки свидетельствуют о том, что особые условия развития, складывающиеся в дельте реки (низкая скорость течения, явление «подпора») обуславливают выделение флоры дельты в отдельный кластер (рис. 30). Кластеры меньшего уровня пространственно совпадают с границами других участков реки: верхний и средний – в пунктах 9 и 10; средний и нижний – в пунктах 19 и 20; это связано со сменой гидрологических условий р. Яны.

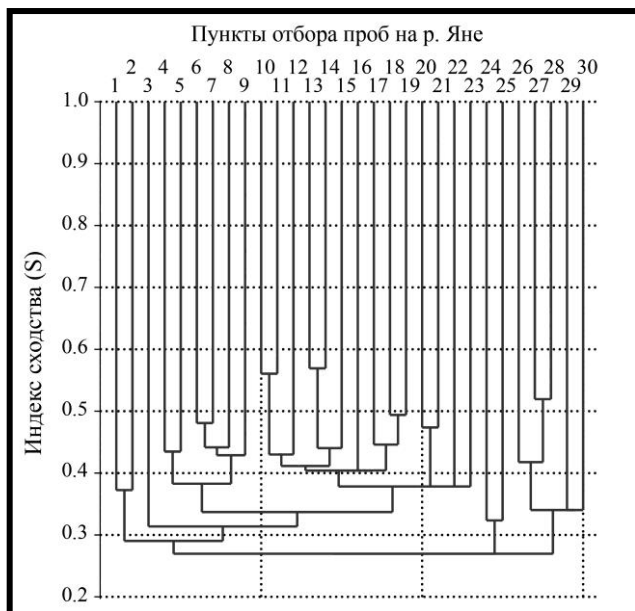


Рисунок 30. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Яне

Таблица 28.

**Коэффициенты флористического сходства фитопланктона
разных участков р. Яны**

	Средний	Нижний	Дельтовый
Верхний	0.66	0.63	0.54
Средний		0.69	0.62
Нижний			0.65

Индекс биоразнообразия фитопланктона р. Яны несколько понижается от истока к устью.

4.11. Река Оленёк

В результате собственных наблюдений в составе фитопланктона р. Оленёк выявлено 240 видов водорослей (258 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 13 классов, 26 порядков, 55 семейств, 101 рода (табл. 29).

Основу таксономического спектра фитопланктона составляют зелёные (49.2 % от общего числа видов), диатомовые (27.5 %) и синезелёные (10.8 %) водоросли, что является характерным для проточных северных водоёмов [24, 86, 98]. Разнообразно представлены золотистые водоросли – 7.9 %. Беден состав динофитовых, желтозелёных (по 1.7 %), и эвгленовых (1.3 %). На уровне классов выделяется Chlorophyceae (30.4 % видового состава), Pennatophyceae (24.6 %) и Conjugatophyceae (18.8 %); на уровне порядков – Chlorococcales (26.3 %), Raphales (17.9 %) и Desmidiaceae (17.5 %).

Наиболее крупные по числу видов 11 семейств включают 141 вид водорослей, которые принадлежат к отделам зелёных, синезелёных, золотистых и диатомовых: Desmidiaceae (13.8 % видового состава), Scenedesmeceae (8.3 %), Oscillatoriaceae и Selenastraceae (по 5.0 %), Dinobryonaceae, Fragilariaceae и Nitzschiaceae (по 4.2 %), Cymbellaceae и Closteriaceae (по 3.8 %), Naviculaceae и Oocystaceae (по 3.3 %). Высокая позиция в спектре семейств Desmidiaceae подчёркивает северный характер флоры. Одно- и двувидовых семейств 29, что составляет 52.7 % от их общего количества.

Таблица 29.

Систематический состав флоры планктона р. Оленёк

ОТДЕЛ	ЧИСЛО							% от общего числа видов
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	4	8	12	26	28	-	10.8
Dinophyta	1	2	2	3	4	4	2	1.7
Chrysophyta	2	3	5	8	19	21	8	7.9
Xanthophyta	2	2	2	2	4	4	-	1.7
Bacillariophyta	2	6	17	30	66	75	4	27.5
Euglenophyta	1	1	1	2	3	3	-	1.3
Chlorophyta	2	8	20	44	118	123	22	49.2
Всего	13	26	55	101	240	258	36	100.0

Ведущие по видовому обилию 11 родов объединяют 94 вида водорослей из отделов зелёных, синезелёных, диатомовых и золотистых: *Cosmarium* (9.2 % видового состава), *Scenedesmus* (5.0 %), *Closterium* (3.8 %), *Oscillatoria*, *Cymbella* и *Nitzschia* (по 3.3 %), *Dictyosphaerium* и *Oocystis* (по 2.5 %), *Dinobryon*, *Synedra* и *Coenochloris* Korsch. (по 2.1 %). Одно- и двувидовые роды составляют 75.2 % списка родов, причем на их долю приходится 41.3 % видового состава. Пропорции флоры планктона р. Оленёк 1:1.8:4.4:4.7. Родовая насыщенность 2.4, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.1.

В фитопланктоне р. Оленёк впервые для флоры рек Восточной Сибири отмечено 36 видов (табл. 29), и что наиболее интересно – 3 новых для региональной флоры рода из отделов диатомовых, зелёных и золотистых: *Actinocyclus* Ehr., *Siderocystopsis* Swale, *Rhipidodendron* Stein.

29 видов фитопланктона реки являются специфичными, они относятся к отделам Chlorophyta (16 видов), Chrysophyta (5), Cyanophyta (3), Dinophyta и Bacillariophyta (по 2), Euglenophyta (1). Три рода из отдела зеленых водорослей специфичны для планктона р. Оленёк: *Glaucoisphaera* Korsch., *Phaeothamnion* Lagerh. и *Pseudotetrastrum* Hind.

Активность видов фитопланктона относительно невысока. Так в группах высоко- и особобактивных видов насчитывается 25 таксонов (табл. 30) из отделов диатомовых, зеленых, золотистых и синезеленых.

Таблица 30.

**Распределение видов фитопланктона р. Оленёк
по группам активности**

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	12	3	2	0
Dinophyta	1	0	0	0
Chrysophyta	6	1	2	2
Xanthophyta	2	0	0	0
Bacillariophyta	28	12	4	6
Chlorophyta	47	16	7	2
Всего	96	32	15	10

В фитопланктоне р. Оленёк преобладают истинно–планктонные виды (30.6 % видового состава), с участием донных форм (12.8 %), что характерно для проточных водоёмов. Воды р. Оленёк среднеминерализованы, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (41.5 %); реакция среды слабощелочная, поэтому значительна доля индифферентов (15.5 %).

В географическом плане облик флоры водорослей планктона Оленёка определяет бореальный комплекс видов, что характерно для водоёмов Севера Евразии [86, 160, 222]. Наибольший интерес, в связи с особенностями природных условий реки Оленёк, представляют арктоальпийские организмы. К ним относятся распространённые в планктоне реки диатомеи *Achnanthes nodosa*, *Tabellaria flocculosa*. Суровые природные условия объясняют присутствие стенотермных видов – *Hannaea arcus* и *H. arcus var. linearis*.

По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–показателей сапробности реки Оленёк на 43.3 % образован β–мезосапробными формами, 28.8 % – видов, развивающиеся в переходной зоне между β–мезо– и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 18.8 %, с низкими – 8.8 %. Индекс сапробности варьирует по пунктам наблюдений на р. Оленёк в пределах от 1.57 до 1.98, и в среднем составляет 1.77 (что соответствует олиго–β–мезосапробной зоне загрязнения).

Бассейн р. Оленёк целиком расположен за Полярным Кругом, в зоне сплошного распространения вечномёрзлых грунтов. Фитопланктон реки развивается в экстремальных природных условиях:

слабый прогрев воды (в среднем за период наблюдений 15.8°C), короткий безлёдный период (115 суток в нижнем течении реки), промерзание реки до дна зимой [229] и длительная полярная ночь. Важный лимитирующий фактор развития водорослей р. Оленёк, это невысокое содержание минеральных веществ и биологически доступных биогенных элементов в водах реки [67].

В соответствии с морфометрией Оленёка мы условно разделили исследованную нами часть реки на три участка: средний, нижний и предустьевой.

Средний участок. В планктоне среднего течения выявлено 156 видов водорослей (168 внутривидовых таксонов) из шести отделов. По числу видов преобладают зелёные (44.9 % общего числа видов), диатомовые (32.1 %) и синезелёные (11.5 %) водоросли. Разнообразно представлены водоросли отдела золотистых (7.7 %). Желтозелёные и динофитовые имеют в своем составе по 3 вида.

Уровень вегетации фитопланктона р. Оленёк в среднем течении невелик – 11.0 тыс. кл./л, 0.005 мг/л. По количественным показателям развития в планктоне среднего течения р. Оленёк доминируют диатомовые водоросли (78.8 % численности, 72.2 % биомассы фитопланктона). Зелёные и золотистые водоросли занимают соответственно второе и третье место, доля представителей других отделов незначительна. Обращает на себя внимание факт слабого количественного развития представителей синезелёных водорослей.

Среди доминирующих видов фитопланктона среднего течения Оленёка представители отделов диатомовых и золотистых: *Achnanthes nodosa*, *Synedra tabulata*, *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Cyclotella stelligera*, *Dinobryon sertularia*. Индекс биоразнообразия средний для речного планктона – 2.58.

Нижний участок. В видовом отношении фитопланктон этого участка наиболее широко представлен, и имеет в своем составе 167 видов водорослей (172 внутривидовых таксона) из 7 отделов. По видовому обилию преобладают зелёные, их вклад во флору планктона на нижнем участке реки увеличивается до 53.3 %. Ядро флоры планктона нижнего Оленёка формируют также диатомовые (26.9 % общего числа видов) и синезелёные (9.6 %). Разнообразно представлены золотистые (6.6 %), беден видовой состав желтозелёных и динофитовых. В нижнем течении р. Оленёк появляется представитель эвгленовых водорослей: *Euglena deses* f. *intermedia*.

Уровень вегетации фитопланктона на нижнем участке реки несколько возрастает – 30.9 тыс. кл./л, 0.032 мг/л. По количественному развитию на доминирующее положение выходят зелёные водоросли, их доля в общей численности фитопланктона составляет 54.2 %,

в биомассе – 67.2 %. Значительную роль в структуре планктонных сообществ водорослей играют диатомеи (40.0 % численности, 31.7 % биомассы фитопланктона). Доля представителей других отделов водорослей в общей биомассе фитопланктона незначительна. По численности клеток доля синезелёных несколько выше, чем на предыдущем участке реки (3.2 % общей численности водорослей), а золотистых – ниже (2.6 %).

В число структурообразующих видов фитопланктона входят представители диатомовых и зелёных: *Synedra tabulata*, *Nitzschia acicularis*, *Monoraphidium arcuatum*, *M. griffithii*, *Achnanthes nodosa*. Индекс биоразнообразия в низовьях реки средний для речного планктона – 2.77.

Предустьевой участок. Видовой состав фитопланктона здесь беднее в сравнении с предыдущими участками реки – 80 видов (83 внутривидовых таксона) из 5 отделов. По видовому богатству, как и выше по течению, доминируют отделы зелёных (55.0 % общего числа видов), диатомовых (25.0 %) и синезелёных (11.3 %) водорослей. Беден состав золотистых, их доля во флоре планктона составляет 6.3 %, из эвгленовых водорослей на предустьевом участке реки встречено два вида: *Euglena viridis*, *Lepocinclis fusiformis*.

На этом участке на планктон р. Оленёк большое влияние оказывает крупный левый приток – р. Бур. После впадения этого притока в структуре планктонных сообществ реки происходит резкий перелом. В устье р. Бур нами отмечено бурное развитие представителей синезелёных – *Aphanizomenon flos-aquae* (1802.5 тыс. кл./л; 0.045 мг/л) и *Anabaena affinis* (158.7 тыс. кл./л; 0.018 мг/л), при общей численности и биомассе фитопланктона в этом пункте соответственно 2300.8 тыс. кл./л и 0.087 мг/л. Повышенное развитие синезелёных наблюдалось нами и в р. Оленёк, начиная от устья р. Бур и значительно ниже по течению. Так, в 1 км ниже устья этого притока, уровень вегетации фитопланктона р. Оленёк составлял 1916.8 тыс. кл./л и 0.070 мг/л, где синезелёная *Aphanizomenon flos-aquae* имела численность 1815.2 тыс. кл./л и биомассу 0.046 мг/л. В 50 км ниже по течению численность фитопланктона р. Оленёк 545.9 тыс. кл./л, биомасса – 0.043 мг/л, в планктоне доминирует *Aphanizomenon flos-aquae* – 380.8 тыс. кл./л, 0.010 мг/л. И лишь в 125 км ниже устья р. Бур повышенная вегетация синезелёных в реке прекращается; численность фитопланктона здесь 41.3 тыс. кл./л, биомасса – 0.004 мг/л, *Aphanizomenon flos-aquae* продолжает вегетировать в планктоне, но его доля не столь велика.

Средние показатели количественного развития фитопланктона на предустьевом участке р. Оленёк значительно выше, чем на других участках реки – 1201.2 тыс. кл./л, 0.051 мг/л. По численности клеток и биомассе в планктоне этого участка реки на доминирующее положение выходят представители синезелёных (94.9 % численности, 60.5 % биомассы фитопланктона). Вклад в общую численность фитопланктона представителей других отделов водорослей невелик: диатомовые – 2.4 %, зелёные – 1.7 %, золотистые и эвгленовые – 1.0 %. По биомассе кроме синезелёных значительную роль в планктоне играют диатомовые – 25.2 %, доля золотистых и зелёных меньше, соответственно – 11.4 и 2.8 %. Доля представителей эвгленовых в биомассе водорослей планктона предустьевого участка реки незначительна.

В числе доминантов представители синезелёных и диатомовых водорослей: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Asterionella formosa*, *Nitzschia acicularis*. Диатомовая водоросль *Asterionella formosa*, звездчатые колонии которой в обилии отмечены на предустьевом участке реки, на других участках р. Оленёк встречена не была. Интересно, что этот факт наблюдали Л.Е. Комаренко и И.И. Васильева (1967) в середине прошлого века. Индекс биоразнообразия на предустьевом участке наибольший для р. Оленёк – 2.83.

Таким образом, максимальным видовым разнообразием характеризовался нижний участок реки, это связано с тем, что обогащение фитопланктона Оленёка происходит за счет приточной системы. Полученные сведения о водорослях р. Оленёк свидетельствуют об их относительном видовом разнообразии, и опровергают выводы предыдущих исследователей [121] о скудости флоры водорослей р. Оленёк.

Развитие в экстремальных арктических природных условиях определяет невысокие показатели численности и биомассы водорослей, которые варьируют по различным пунктам отбора проб в следующих пределах: 0.1–2300.8 тыс. кл./л и 0.001–0.169 мг/л.

Таксономическая структура сообществ планктонных водорослей р. Оленёк однородна на всех исследованных участках реки. По числу видов доминируют зелёные водоросли, им уступают диатомовые и синезелёные, золотистых меньше, беден состав желтозелёных, динофитовых и эвгленовых.

Структура численности и биомассы фитопланктона неодинакова на различных участках р. Оленёк. На среднем участке по уровню вегетации доминируют диатомовые, а зелёные и золотистые занимают соответственно второе и третье место. Фитопланктон нижнего участка характеризуется доминированием зелёных водорослей, со значительным участием диатомовых, роль золотистых здесь снижается.

На предустьевом участке по численности и биомассе преобладают синезелёные водоросли, по биомассе значительную роль играют также диатомовые. Показатели количественного развития фитопланктона увеличиваются по направлению к устью реки.

Коэффициенты общности видового состава фитопланктона выше для смежных участков, что обусловлено сходством условий обитания. Наибольшую степень схождения (0.61) имеют средний и нижний участки реки; среднюю степень схождения (0.44) – нижний и предустьевой. Наименьший коэффициент флористического схождения у фитопланктона среднего и предустьевого участков (0.39) – из-за пространственной удаленности и различия условий обитания водорослей.

Кластерный анализ показывает, что отмеченные флористические сдвиги происходят в районе устьев притоков р. Оленёк: р. Силигир (пункт 3), р. Мерчимден (24), р. Беке (7), р. Чомурдах (13) и др. (рис. 31). В отдельный кластер выделена флора предустьевого участка реки.

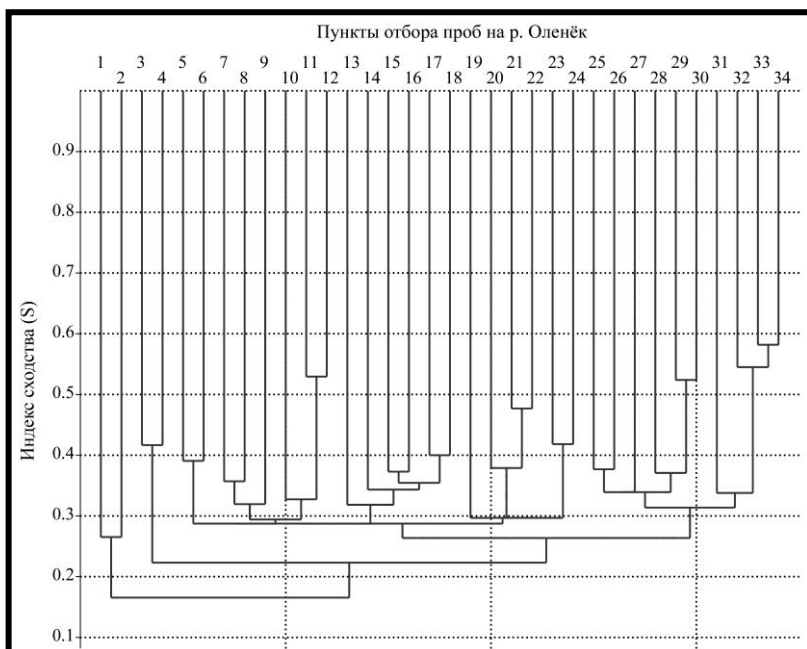


Рисунок 31. Дендрограмма флористического схождения планктона различных пунктов отбора проб на р. Оленёк

В составе доминантов на всех участках реки отмечены диатомеи. На среднем участке кроме диатомовых в число структурообразующих видов входит представитель золотистых. На нижнем участке из состава доминантов золотистых вытесняют зелёные. На предустьевом – доминирует синезелёная *Aphanizomenon flos-aquae*, в числе субдоминантов – два вида диатомей.

Индекс биоразнообразия (Hb) фитопланктона р. Оленёк – средний для речного планктона и повышается от среднего течения к устью.

4.12. Река Анабар

В результате собственных наблюдений в составе фитопланктона р. Анабар выявлено 220 видов водорослей (229 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 12 классов, 27 порядков, 60 семейств, 92 родов (табл. 31).

Таблица 31.

Систематический состав флоры планктона р. Анабар

ОТДЕЛ	ЧИСЛО							%
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разно-видностей	новых видов для флоры КРВС	
Cyanophyta	3	6	13	18	39	39	6	17.7
Dinophyta	1	1	1	1	3	3	-	1.4
Chrysophyta	1	2	3	6	13	13	7	5.9
Xanthophyta	2	3	7	10	19	19	-	8.6
Bacillariophyta	2	6	18	28	80	88	3	36.4
Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	-	0.5
Chlorophyta	2	8	17	28	65	66	14	29.5
Всего	12	27	60	92	220	229	30	100.0

Основу таксономического спектра составляют диатомовые (36.7 % от общего числа видов), зеленые (29.4 %) и синезеленые (17.6 %) водоросли, что является характерным для проточных северных водоемов [24, 86, 98].

Разнообразно представлены желтозеленые и золотистые водоросли – соответственно 8.6 и 5.9 %. Беден состав динофитовых (1.4 %), из отдела красных водорослей встречен один вид. На уровне классов выделяется Pennatophyceae (32.6 % видового состава), Conjugatophyceae (19.0 %) и Hormogoniophyceae (13.1 %); на уровне порядков – Raphales (24.9 %) и Desmidiiales (16.7 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 119 видов водорослей, которые принадлежат к отделам зеленых, синезеленых, диатомовых, золотистых и желтозеленых: Desmidiaceae (10.9 % видового состава), Oscillatoriaceae (7.7 %), Fragilariaceae и Closteriaceae (по 5.4 %), Naviculaceae (5.0 %), Dinobryonaceae (4.5 %), Eunotiaceae (4.1 %), Tribonemataceae, Symbellaceae и Nitzschiaceae (по 3.6 %). Одно– и двувидовых семейств 36, что составляет 60.0 % от их общего количества.

Ведущие по видовому обилию 12 родов объединяют 92 вида водорослей из отделов зеленых, синезеленых, диатомовых, желтозеленых и золотистых: *Closterium* и *Cosmarium* (по 5.4 % видового состава), *Oscillatoria* и *Eunotia* (по 4.1 %), *Tribonema* и *Symbella* (по 3.6 %), *Synedra*, *Dinobryon* и *Nitzschia* (по 2.7 %), *Pinnularia*, *Gomphonema* и *Cosmoastrum* (по 2.3 %). Одно– и двувидовые роды составляют 71.7 % списка родов, причем на их долю приходится 37.1 % видового состава. Пропорции флоры планктона р. Анабар 1:1.5:3.7:3.8. Родовая насыщенность 2.4, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.0.

В планктоне р. Анабар нами зарегистрировано 30 видов водорослей новых для флоры рек региона (табл. 31), и 3 новых рода из отделов диатомовых и зеленых: *Actinocyclus*, *Siderocystopsis*, *Roya* W. et G.S. West.

Высоко число специфичных для р. Анабар видов водорослей, их насчитывается 42, это представители отделов Суанопхита (12 видов), Chlorophyta (10), Xanthophyta и Bacillariophyta (по 8), Chrysophyta (2), Dinophyta и Rhodophyta (по 1). Относительно велико и количество специфичных родов, это главным образом представители желтозеленых: *Chlorarkys* Pasch., *Gloeoskene* Fott, *Heterodendron* Steinecke, *Heterothrix* Pasch. и *Trachycystis* Pasch.; а также один род из синезеленых – *Chroococcopsis* Geitl.

Активность видов фитопланктона р. Анабар самая низкая из всех исследованных нами рек (табл. 32). Диатомовые и зеленые водоросли проявляют большую активность среди других отделов водорослей. Так, в группу высокоактивных видов входят *Closterium peracerosum* var. *elegans*, *C. rostratum*, *Eunotia lunaris*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia*, *T. flocculosa*, а в группу особоактивных – *Synedra tabulata* и *Tabellaria fenestrata* var. *geniculata*.

Таблица 32.

**Распределение видов фитопланктона р. Анабар
по группам активности**

Отдел	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Cyanophyta	15	3	0	0
Dinophyta	2	0	0	0
Chrysophyta	8	0	0	0
Xanthophyta	8	2	0	0
Bacillariophyta	30	5	4	2
Rhodophyta	1	0	0	0
Chlorophyta	27	5	2	0
Всего	91	15	6	2

В фитопланктоне р. Анабар преобладают истинно–планктонные виды (17.4 % видового состава), с участием бентосных форм (11.7 %) и эпибионтов (2.6 %) что характерно для проточных водоемов, высока доля видов с невыясненной экологической принадлежностью – 68.3 %. Воды р. Анабар маломинерализованы, что обуславливает преобладание в фитопланктоне олигогалобов (28.3 %). Солоноватоводные виды *Cyclotella meneghiniana* и *Diatoma elongatum* были встречены только в устьевой части Анабара (Анабарской губе), в зоне приливно–отливных явлений, где проявляется влияние моря. Представители центрических диатомовых *Thalassiosira baltica* и *Actinocyclus normanii*, которые являются преимущественно морскими видами и распространены в планктоне Северных морей, также были встречены нами в р. Анабар только в устьевой части. Воды р. Анабар имеют нейтральную реакцию, поэтому значительна доля индифферентов (17.0 %). В географическом плане облик флоры водорослей планктона Анабара определяет бореальный комплекс видов, что характерно для водоемов Севера Евразии [24, 86].

Среди выявленных в планктоне реки водорослей, 80 видов и разновидностей являются водорослями–показателями сапробности, что составляет 34.8 % от общего числа таксонов. По отношению к концентрации органических веществ в водной толще, состав водорослей–индикаторов реки Анабар на 40.0 % образован β–мезосапробными формами, 31.3 % – видов, развивающихся в переходной зоне между

β -мезо- и олигосапробной. Водорослей, характеризующих воды с высокими показателями сапробности – 16.4 %, с низкими – 12.6 %. Индекс сапробности варьирует по пунктам наблюдений на р. Анабар в пределах от 1.11 до 1.98, и в среднем составляет 1.56 (что соответствует олиго- β -мезосапробной зоне загрязнения).

В соответствии с морфометрией Анабар условно разделяют на четыре участка: верхний, средний, нижний и устьевой.

Верхний участок. В видовом отношении фитопланктон здесь наиболее разнообразен: 138 видов водорослей (144 внутривидовых таксона) из семи отделов. По числу видов преобладают зеленые (37.7 % общего числа видов), диатомовые (29.0 %) и синезеленые (21.0 %) водоросли. Разнообразно представлены водоросли отдела желтозеленых (8.7 %). Золотистые и динофитовые имеют в своем составе по 2 вида. Единственный представитель багряных водорослей – *Batrachospermum moniliforme* встречен только в верховьях реки.

Количественные показатели развития водорослей составляют в среднем для участка 23.85 тыс. кл./л и 0.043 мг/л. По численности клеток в планктоне верхнего Анабара доминируют зеленые (53.8 % общей численности) и диатомовые (38.3 %). Желтозеленые водоросли на третьем месте, доля представителей других отделов незначительна. По биомассе лидируют диатомовые (69.7 % общей биомассы) с участием желтозеленых (27.7 %). Обращает на себя внимание факт незначительного количественного развития представителей синезеленых водорослей. Повышенная роль желтозеленых в планктоне р. Анабар объясняется особенностями их экологии. Представители желтозеленых предпочитают чистые воды стоячих водоемов с кислой реакцией среды, чаще всего это сфагновые и торфяные болота [36]. В планктоне р. Анабар желтозеленые, это в большей степени заносный элемент, попадающий в воды реки из тундровых болот, которых много в верхней и в нижней части бассейна. Встреченные в Анабаре желтозеленые водоросли, это в основном крупные нитчатые формы, что является причиной высоких показателей численности клеток и биомассы.

Среди доминирующих видов фитопланктона верхнего Анабара представители диатомей: *Synedra tabulata*, *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata* var. *intermedia*, *T. flocculosa*, *Eunotia lunaris*. Индекс биоразнообразия средний для речного планктона – 2.6.

Средний участок. На этом участке реки в планктоне выявлено 19 видов (20 внутривидовых таксонов) из 5 отделов. Показатели вегетации фитопланктона в среднем для участка – 3.23 тыс. кл./л и 0.015 мг/л. Диатомеи доминируют по числу видов (57.9 % видового состава), численности клеток (99.3 % общей численности) и биомассе

(98.9 % общей биомассы). В числе доминантов среди диатомей появляется представитель зеленых: *Tabellaria flocculosa*, *Synedra ulna* var. *amphirhynchus*, *Cosmarium formosulum*. Индекс биоразнообразия повышается до 2.9.

Нижний участок. В планктоне низовьев Анабара выявлено 102 вида водорослей (103 внутривидовых таксона) из 6 отделов. По числу видов преобладают диатомовые (41.2 % общего числа видов), зеленые (23.5 %) и синезеленые (12.7 %). Разнообразно представлены золотистые (10.8 %), желтозеленых меньше (9.8 %). В низовьях Анабара встречено два вида динофитовых. Показатели количественного развития водорослей в среднем для участка составляют 11.18 тыс. кл./л и 0.004 мг/л. По численности клеток лидируют зеленые (35.6 % общей численности), синезеленые (24.9 %) и диатомовые (21.6 %). Значительную долю в общей численности составляют золотистые (14.3 %), вклад желтозеленых и динофитовых невелик (в сумме 3.6 %). Однако, за счет крупных размеров клеток нитчатых желтозеленых, их вклад в биомассу фитопланктона в среднем для низовьев Анабара достигает 48.6 %. Значительную роль в формировании биомассы играют зеленые водоросли – 42.6 %.

Следует отметить повышение в планктоне нижнего участка реки роли золотистых водорослей. Представитель этого отдела, наряду с диатомовыми и зелеными вошел в число структурообразующих видов – *Nitzschia acicularis*, *Synedra ulna*, *Ankistrodesmus fusiformis*, *Cymbella silesiaca*, *Dinobryon sociale* var. *americana*, *Monoraphidium komarkovae*. Индекс биоразнообразия в низовье средний для речного планктона – 2.8.

Устьевой участок (Анабарская губа). Течение здесь практически отсутствует, характерны приливно–отливные явления. Условия обитания в устьевой части значительно отличаются от других участков реки, в связи с приливами здесь наблюдается так называемый «подпор», т. е. скапливание планктона, стекающего с верхних участков реки, и вследствие этого зафиксировано увеличение количественных и качественных показателей развития водорослей. Фитопланктон на этом участке реки достаточно богат – в единственной пробе, отобранной в устье, выявлен 51 вид (52 внутривидовых таксона) из пяти отделов. Преобладают диатомовые (49.0 % от общего числа видов), разнообразно представлены зеленые (25.5 %) и золотистые (11.8 %), синезеленых (9.8 %) и желтозеленых (3.9 %) – меньше. Показатели количественного развития водорослей составляют 57.25 тыс. кл./л и 0.028 мг/л. Диатомовые доминируют по численности клеток (38.9 % общей численности) и по биомассе (60.8 % биомассы фитопланктона). На второе место по уровню количественного развития

выходят золотистые, их доля в общей численности фитопланктона 33.3 %, а в биомассе – 37.0 %. Синезеленые водоросли составляют 22.2 % численности, из-за малых размеров их роль в сложении биомассы незначительна. Доля зеленых водорослей в общей численности клеток фитопланктона составляет 5.6 %, их вклад в формирование биомассы невелик. Уровень количественного развития желтозеленых в устье реки низкий.

Роль золотистых в планктоне устья реки еще более возрастает. В числе доминантов представители диатомей и золотистых водорослей: *Asterionella formosa*, *Nitzschia acicularis*, *Dinobryon sociale* var. *americana*, *Cyclotella meneghiniana*. Индекс биоразнообразия в устье наибольший для р. Анабар – 3.1.

Таким образом, наибольшим видовым разнообразием характеризуется верхний участок реки. Фитопланктон в условиях горной реки, в верховьях, испытывает большое влияние заносной флоры (взмучивание донных осадков и попадание в планктон бентосных форм и обрастателей), за счет этого происходит обогащение видового состава планктона. Большие значения численности и биомассы в верховьях реки вызваны тем, что в планктоне оказываются заносные крупноклеточные нитчатые формы. На равнинных среднем и нижнем участках Анабара роль заносных форм снижается. В устье отмечено явление «подпора» – скапливания фитопланктона, и значения численности и биомассы водорослей повышаются.

Роль желтозеленых водорослей повышена в планктоне верхнего и нижнего участков Анабара, и связана с влиянием флоры тундровых болот, которых много в долине. На среднем участке, где долина сухая и узкая с крутыми каменистыми бортами, доля желтозеленых в видовом составе и количественном развитии фитопланктона невелика.

Значение золотистых водорослей, как по числу видов, так и по уровню количественного развития возрастает на нижнем и устьевом участках реки. Золотистые водоросли предпочитают холодные чистые воды [36]. Температура воды в устье р. Анабар (по нашим данным) самая низкая для реки – 8.0°C, среднее значение температуры воды нижнего участка – 11.0°C, среднего – 13.3°C, верхнего – 11.3°C. Скорость течения и её лимитирующее воздействие на развитие фитопланктона в низовьях реки значительно снижается в сравнении с верхним и средним участками. Температурный фактор в сочетании с уменьшением скорости течения способствует развитию золотистых водорослей.

В составе доминантов на всех участках реки отмечены диатомеи, на верхнем участке это исключительно диатомовые водоросли. На среднем участке в составе доминантов появляется представитель зеленых, на нижнем и устьевом – золотистых.

Общность видового состава фитопланктона на разных участках реки невысока, что обусловлено различными условиями обитания водорослей (табл. 33). Наибольшую степень сходства обнаруживают нижний и устьевой участки реки, что объясняется их смежным расположением. Среднюю степень сходства имеют верхний и нижний участки, что связано с влиянием на речной планктон общего внешнего фактора – заноса водорослей из тундроболот долины. Наименьший коэффициент флористического сходства у фитопланктона пар участков верхний–устьевой и средний–устьевой – из-за пространственной удаленности и различных условий обитания водорослей.

Таблица 33.

**Коэффициенты флористического сходства фитопланктона
разных участков р. Анабар**

	Средний	Нижний	Устьевой
Верхний	0.22	0.31	0.17
Средний		0.26	0.17
Нижний			0.37

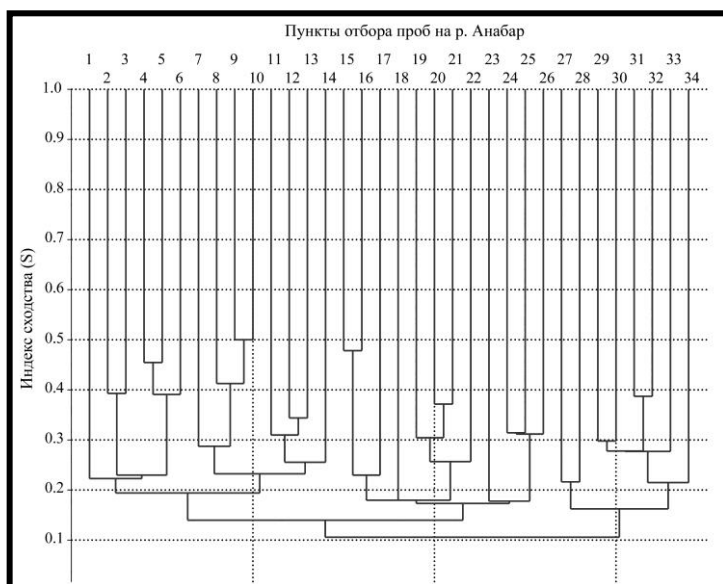


Рисунок 32. Дендрограмма флористического сходства планктона различных пунктов отбора проб на р. Анабар

Результаты кластерного анализа показывают, что наибольший флористический сдвиг пространственно совпадает с границей среднего и нижнего участков реки (рис. 32). Несколько меньшее изменение флоры отмечено при впадении крупных притоков – рр. Дюкен (пункт 15), Малая Куонамка (23), Талахта (18). В отдельный кластер выделена флора Анабарской губы.

Индекс биоразнообразия (Hb) фитопланктона р. Анабар – средний для речного планктона и повышается от верховьев к устью.

4.13. Фитопланктон исследованных рек в свете основных концепций пространственного распределения гидробионтов в проточных водоемах

Начало системному подходу к построению теории описывающей основные закономерности пространственного распределения жизни в проточном водоеме, было положено разработкой системы продольного зонирования рек [252, 253]. В рамках этой системы, на основе гидрологических и морфометрических особенностей выделены основные зоны проточного водоема – креналь (исток), ритраль (среднее течение) и потамаль (нижнее течение).

Особенности биологической организации речных экосистем нашли выражение в двух основных концепциях описывающих их функционирование. Одна из них – концепция речного континуума (КРК), развивает идею зональности «идеальной» речной экосистемы. КРК основана на теории энергетического равновесия и с использованием отношений продукции организмов разных трофических групп верховьев, среднего и нижнего течения рек, предлагает собственный взгляд на продольное речное зонирование [258, 259, 276]. В КРК впервые предпринята попытка рассматривать речную экосистему как единое целое. При перемещении водной массы реки от истока к устью происходит закономерная смена условий среды обитания водных организмов, что находит отражение на структуре и функционировании их сообществ, которые сменяют друг друга не скачкообразно, а постепенно. Важным постулатом КРК является вывод о том, что любое речное сообщество больше зависит от вышележащего, и меньше – от нижележащего.

Альтернативной КРК является концепция динамики пятен (КДП) [275], которая предлагает воспринимать речную экосистему как мозаику меньших субэкосистем. Такие субэкосистемы, согласно КДП, являются системой естественных рефугиумов, которые имеют решающее значение для поддержания биологического разнообразия. Они имеют определенную пространственную конфигурацию, ими могут служить, например, затишные участки русла. Важный момент

данной концепции состоит в том, что поскольку в соответствии с ней «рефугиумы–пятна» расположены в пределах водотока случайным образом, и видовой состав гидробионтов формируется случайно, это во многом обеспечивает уникальность конкретных речных экосистем.

В.В. Богатовым [19, 20], проведена попытка синтеза двух этих концепций в результате которой предложена комбинированная гипотеза функционирования речных экосистем.

Хотя КРК является общепринятой гипотезой, она имеет определенные ограничения, т. к. описывает идеальную модель проточного водоема. В процессе критического осмысления вопроса, исследователями был показан ряд частных исключения из КРК и КДП [278]. Это привело к появлению ряда гипотез описывающих частные случаи применения. В числе таких, например, концепция паводкового импульса (Flood pulse concept) [254], которая подчеркивает важную роль поймы для формирования речной экосистемы. Роль плотин в нарушении продольного континуума указана в концепции последовательной неоднородности (Serial discontinuity concept), влияние приточной системы на континуум – в концепции неопределенности связи (Link discontinuity concept), а также ряд других гипотез [247, 271, 279].

На примере рек России отечественными исследователями показаны особенности, подтверждающие основные черты речного континуума, а также ряд примеров его нарушения [16, 18, 102, 123, 128].

Фитопланктон это одно из сообществ, населяющих речную экосистему. Водоросли планктона, взвешенные в толще воды, переносятся течением. Учитывая это, высказывались сомнения в том, можно ли считать речной фитопланктон автохтонным в достаточной степени, т. к. сток вниз по течению, препятствует сохранению этого сообщества, и срок его жизни ограничен временем пробега речной воды до устья [268]. Было предложено, что основные источники фитопланктона в реках, это клетки, перемещенные из бентоса, заводей и непроточных пойменных водоемов [241]. При этом для многих исследователей очевидным представляется факт, что речной фитопланктон – не просто набор случайных видов, влекомых водной массой, а сообщество организмов, формирующееся под действием условий, господствующих в речном потоке [210]. В небольших реках с высокой скоростью течения, занос донных водорослей, вероятно, является основным источником фитопланктона [273]. Тем не менее, в медленнотекущих равнинных потоках значительной длины, время пребывания водной массы может быть достаточно для развития истинного планктона. Очевидно, что речной фитопланктон в значительной степени формируется под влиянием заноса планктона из пойменных водоемов и из обрастаний [246, 267]. Однако сейчас

мало кто будет оспаривать, что такое сообщество как «речной фитопланктон» существует [244].

Речной фитопланктон развивается в условиях сложной динамической системы, вписанной в ландшафт и имеющей тесные связи с гидрохимией, гидравликой, гидрологией и т. д. Фитопланктон в условиях «классического континуума», характеризуется градиентной сменой сообществ и постепенным изменением видового богатства, численности и биомассы по направлению к устью реки. На рисунке 1 (приложение 3) на примере реки Яны (исключая ее дельту) показано как происходит плавное изменение соотношения числа видов ведущих отделов фитопланктона – видно, что доля диатомовых к устью снижается, а зеленых возрастает. Вклад мелкоклеточных видов в общую численность возрастает в том же направлении. На рисунке 2 (приложение 3) показано, что и ценотическая роль ведущих отделов меняется плавно, и также постепенно возрастает к устью общая численность и биомасса фитопланктона реки.

Нами установлено, что классическому континууму соответствует развитие фитопланктона большинства крупных рек Восточной Сибири. Однако выявлен ряд особых условий, когда происходит нарушение классического континуума по одному или нескольким показателям.

Во-первых, это устья рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Здесь отмечена закономерность значительного увеличения количественного развития и изменение таксономической структуры фитопланктона по сравнению с вышерасположенными участками. На рисунках 3 и 4 (приложение 3) показаны скачкообразный рост численности и биомассы фитопланктона, резкое изменение ценотической и флористической роли ведущих отделов и размерных фракций водорослей. Здесь проявляется эффект так называемого «подпора», который складывается из двух составляющих. Это резкое замедление скорости течения реки, в связи с почти полным отсутствием перепада высот, а также приливные явления. Что обуславливает и изменение таксономической структуры водорослевых сообществ. Очевидно, такие участки арктических рек следует рассматривать как экотоны – переходные зоны между речным и морским биомами [164].

Во-вторых, это горные участки рек с быстрым течением и небольшими глубинами, где активно происходит занос в планктон водорослей бентоса. Нарушение континуума проявляется здесь в увеличении биомассы фитопланктона, сдвиге в сторону крупноклеточных форм водорослей и повышенной роли диатомей. В случае, когда горный участок расположен в верховье реки как на р. Индигирке (приложение 3, рис. 5) нарушение континуума проявляется в инверсии продольной динамики количественного развития фитопланктона.

Видно как скачкообразно меняется доля размерных фракций. На тех реках, где горный участок находится в среднем течении (приложение 3, рис. 6 и 7), нарушение континуума проявляется еще более наглядно в скачкообразном увеличении биомассы и доли крупноклеточных видов, как это видно на примере рек Витим и Чара. На следующих двух иллюстрациях (приложение 3, рис. 8 и 9) показана повышенная ценотическая и флористическая роль диатомей на горных участках рек на примере Индигирки и Колымы.

Гидросооружения на исследованных реках представляют искусственное препятствие для континуальности сообществ фитопланктона. На участках рек Колыма и Вилюй с зарегулированным гидрологическим режимом, отмечена смена структуры таксономического состава и количественного развития фитопланктона. На рисунке 10 видно, что доля *Synophyta* во флоре Вилюйского водохранилища резко возрастает. На рисунках 11 и 12 (приложение 3) показано, что для мезотрофного Вилюйского водохранилища характерно еще и увеличение уровня численности и биомассы фитопланктона. На участки рек расположенные ниже по течению, фитопланктон водохранилищ оказывает значительное влияние. Это было отмечено нами на р. Колыме (приложение 3, рис. 13), где золотистые водоросли, бурно развивавшиеся в планктоне Колымского водохранилища, продолжали входить в число доминантов на значительном расстоянии ниже плотины. В этом смысле водохранилища следует рассматривать как «пятна», или источники из которых происходит обогащение речного планктона отдельными таксономическими группами водорослей. Однако и в этом случае необходимо учитывать конкретные «частные» условия. Так, (приложение 3, рис. 14) за счет глубинного сброса из Вилюйского водохранилища холодных придонных вод, лишенных водорослей, в верхней зоне Светлинского водохранилища нами отмечено обеднение фитопланктона.

Пойменные водоемы и затишные участки русла также служат подобными источниками обогащения фитопланктона основного русла. Такое явление было отмечено на участке А р. Витим (приложение 3, рис. 15), где создаются благоприятные условия для развития планктонной флоры, преимущественно из отдела *Chlorophyta*. Витим на этом участке протекает по Муйско–Куандинской котловине. Долина реки здесь широкая и низкая, заболоченная, с большим количеством пойменных водоемов, это значительно увеличивает экологическую емкость реки на данном участке. В конце этого участка расположен узкий вход в ущелье, что создает эффект дамбы – русло расширено, а течение очень замедлено. Все это приводит к инверсии (приложение 3, рис. 16) продольной пространственной динамики видовой разнообразия

фитопланктона – видовое богатство сокращается, а не возрастает по направлению к устью реки.

Смена сообществ по градиенту, свойственная континууму, также нарушается в районе впадения некоторых притоков. Такое явление было зафиксировано на р. Колыме (приложение 3, рис. 17). На участках Е и F р. Колымы, речной фитопланктон испытывает сильное влияние левобережных притоков протекающих по обширной Колымской низменности (рр. Седедема и Ожогина), ниже которых резко повышается общая численность фитопланктона за счет водорослей отдела *Cyanophyta*.

Скачок уровня численности отмечен на предустьевом участке р. Оленёк (приложение 3, рис. 18), в районе крупного левого притока – р. Бур. После его впадения в структуре планктонных сообществ реки происходит резкий перелом, обусловленный бурным развитием представителей синезелёных – *Aphanizomenon flos-aquae* и *Anabaena affinis*.

Резкое повышение уровня количественного развития фитопланктона р. Олёкмы (приложение 3, рис. 19) отмечено в районе устьев её притоков, являющихся неглубокими горными потоками. Эти притоки вносят в основное русло р. Олёкмы заносные виды *Bacillariophyta* попадающие из обрастаний в планктон.

Для планктона р. Чары отмечено обратное явление (приложение 3, рис. 20) – резкое обеднение видового состава фитопланктона основного русла ниже впадения крупного притока, р. Жуя. Это обусловлено низкой прозрачностью воды в р. Жуя, причина которой носит антропогенный характер. Увеличение видового обилия фитопланктона Чары происходит лишь значительно ниже по течению, после повышения прозрачности реки в районе двух других крупных притоков – рр. Молбо и Токко.

Уникальный частный случай отмечен для р. Амги. Бассейн Амги «зажат» между водосборами рек Лена и Алдан (приложение 3, рис. 21). И при длине реки 1360 км ширина водосбора в среднем составляет всего около 80 км. Это обуславливает крайне малую приточность реки. Узкий «лентовидный» бассейн р. Амги создает особый эффект на развитие фитопланктона реки (приложение 3, рис. 22). В этих условиях фитопланктон приобретает значительную степень однородности в структуре таксономического состава, по продольной оси реки. На слайде для сравнения показано как меняется соотношение ведущих отделов во флоре планктона таких рек как Колыма и Индигирка. Видно, что постепенно (пусть и с отдельными пиками или выбросами) происходит смена ведущих отделов флоры планктона. А в отношении Амги картина явно более однородна. Для Амги нехарактерно такое обогащение фитопланктона за счёт приточной системы, которое отмечено для других исследованных нами рек.

Заключение к главе

В видовом отношении наиболее богат фитопланктон рек Лена и Вилюй. Но это может быть результатом большего числа наблюдений, проводимых на этих реках как в многолетнем, так в сезонном аспектах. Однако для участка Вилюя, где сборы были разовые (Светлинское водохранилище, среднее и нижнее течение реки) нами выявлено 383 вида водорослей, что уступает только данным по Колыме (404 вида). Другие реки, Колыма, Яна, Алдан и Индигирка, при изучении фитопланктона которых, нами были учтены сведения предыдущих исследователей, также характеризовались высоким видовым богатством. Значительным богатством флоры отличался планктон р. Витим, несмотря на то, что наблюдения на реке были разовые.

Основу флоры всех рек региона составляют представители Bacillariophyta и Chlorophyta. На уровне классов выделяются Pennatophyceae, Chlorophyceae и Conjugatophyceae. Исключение составляют реки Анабар и Чара, где в число трех ведущих классов входили соответственно Hormogoniophyceae и Chrysophyceae. На уровне порядков во флоре большинства рек лидирует Raphales; лишь в планктоне р. Оленёк лидирующий порядок – Chlorococcales, а в р. Витима – Desmidiaceae. Высокая пропорция десмидиевых во флоре большинства рек отражает, по мнению ряда авторов [86], голарктические черты флор северного полушария.

Биоразнообразие фитопланктона большинства исследованных рек возрастает по направлению от истока к устью. Это связано с обогащением видового состава за счет приточной системы, а также вследствие увеличения числа биотопов в русле самой реки.

Гидрологические и морфометрические особенности некоторых рек обуславливают несколько исключений из этого тренда. Так, флора Вилюйского водохранилища богаче, чем на нижерасположенных участках реки, что детерминировано большим разнообразием биотопов в пределах его акватории, а также очевидно и большей степенью изученности. Классический континуум оказывается «нарушенным» на р. Витим, где участок реки, протекающий по Муйско–Куандинской котловине, является своеобразным «оазисом» для развития планктона, за счет которого происходит обогащение видового состава нижележащих участков. На р. Амга признаки классического континуума также нивелированы, и видовое разнообразие различных участков реки сходно, т. к. реке свойственна малая приточность, что связано с особенностью строения ее бассейна.

В планктон верховий рек Яна и Анабар наблюдается занос водорослей–обратателей в условиях горной реки с быстрым течением

и небольшими глубинами. За счет этого видовое богатство в верховьях Анабара и Яны выше, чем в низовьях.

Количественные показатели фитопланктона большей части рек региона также возрастают по направлению к устью. Так, пространственная структура численности и биомассы водорослей планктона рек Лена, Амга, Колыма, Яна и Оленёк характеризуются признаками классического континуума. Несколько сложнее пространственная структура фитопланктона реки Индигирки, где численность повышается к устью, но биомасса понижается за счет снижения скорости течения реки и сокращения заноса в планктон крупноклеточных бентосных форм. Для р. Вилюй также есть исключение – это Вилюйское водохранилище, в планктоне которого отмечено цветение, характерное в летний период для мезотрофных стоячих водоемов.

В планктоне некоторых рек, на участках с высокой скоростью течения и небольшими глубинами вследствие попадания аллохтонных видов отмечены повышенная численность и биомасса водорослей: в верховьях Алдана, Колымы и Анабара, а также на горном участке Витима и Чары (участки В). В фитопланктоне р. Олекмы занос наблюдается не только на горном участке основного русла, но и в районе устьев горных притоков.

Индекс видового разнообразия (H_b) фитопланктона также повышается от истока к устью большинства исследованных рек, за исключением рр. Витим, Чара и Яна.

На устьевых участках рек арктического бассейна, т. е. рек впадающих в Северный Ледовитый океан, нами наблюдалось явление так называемого «подпора». В устьях рек Яна, Анабар и Оленёк в результате крайне малого уклона русла (ничтожного перепада высот), а также под действием морских приливов скорость течения резко снижается и создаются особые условия для развития планктона, а кроме того, происходит скапливание планктона, стекающего с верхних участков реки. В результате резко повышается уровень развития планктонных водорослей, меняется их видовой состав и набор доминантов.

На основе имеющихся данных многолетних наблюдений установлено, что сезонная динамика численности и биомассы фитопланктона 75–ти километрового участка р. Лены от Кангаласского до Табагинского мыса характеризуется одновершинной кривой с максимумом развития в летний период. Межгодовое варьирование количественных показателей развития фитопланктона здесь обусловлено неодинаковыми гидрологическими условиями в разные годы. Выявить четкую сезонную периодичность фитопланктона в пределах более обширного участка В р. Лены не удалось, возможно из-за недостаточной частоты сбора

материала. Кроме того, необходимо учесть, что р. Лена имеет огромный водосборный бассейн и вследствие этого влияние на сезонность развития фитопланктона крайне многофакторное, имеющее различную временную цикличность, для выявления которой необходимы более длительные наблюдения.

Наличие данных о фитопланктоне верхней Колымы до постройки Колымской ГЭС, полученные в 1980–х годах Г.В. Кузьминым, позволили нам определить основные изменения в развитии планктонных водорослей после образования водохранилища, которые закономерно связаны со сменой гидрологического режима.

В целом, нами выявлен ряд особых условий, когда происходит нарушение классического континуума в развитии фитопланктона крупных рек Восточной Сибири. Кроме искусственной трансформации стока нарушение континуальности вызвано следующими основными причинами: заносом водорослей (из водоемов поймы, притоков, донных местообитаний самой реки), резкой сменой гидрологического режима (в устьях арктических рек или перед естественным экстремальным сужением русла) или отсутствием градиента среды в условиях слабой приточности реки.

ГЛАВА 5.

ЭКОТОПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ИССЛЕДОВАННЫХ РЕК

5.1. Общая таксономическая характеристика исследованной флоры

В результате собственных исследований и обобщения прежних данных в планктоне наиболее крупных рек Восточной Сибири выявлено 1283 вида водорослей, представленных 1637 разновидностями, 264 родами, 108 семействами, 39 порядками, 15 классами из 9 отделов (табл. 34).

Таблица 34.

Систематический состав флоры планктона крупных рек Восточной Сибири

ОТДЕЛ	ЧИСЛО						% от общего числа видов
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновид- ностей	
Цианопхита	3	7	22	37	182	214	14.2
Криптофита	1	1	1	1	1	1	0.1
Динафита	1	2	2	4	21	27	1.6
Хризофита	2	5	13	24	96	104	7.5
Хантофита	2	3	10	29	62	62	4.8
Вацилларифита	2	7	21	47	410	620	31.9
Эвгленифита	1	2	3	8	29	37	2.3
Родопфита	1	1	2	3	4	4	0.3
Хлорофита	2	11	34	111	478	568	37.3
Всего	15	39	108	264	1283	1637	100.0

По числу видов преобладают представители отдела зеленых водорослей (37.3 % от общего числа видов). На втором месте по числу видов диатомовые (31.9 %). Разнообразно представлены синезеленые (14.2 %) и золотистые (7.5 %) водоросли. Желтозеленых (4.8 %), эвгленовых (2.3 %) и динофитовых (1.6 %) – меньше. Из красных водорослей встречено 4 вида, из криптофитовых – один вид. Основу видового списка на 90.9 % составляют зеленые, диатомовые, синезеленые и золотистые водоросли.

На уровне классов выделяется Pennatophyceae (29.5 % видового состава), Conjugatophyceae (20.0 %) и Chlorophyceae (17.2 %) (табл. 35); на уровне порядков – Raphales (25.8 %), Desmidiaceae (18.2 %) и Chlorococcales (12.7 %) (табл. 36).

Таблица 35.

**Ведущие по числу видов классы флоры планктона крупных рек
Восточной Сибири**

Ранговое место	Класс	Число видов	% от общего числа видов (1283)
1	Pennatophyceae	378	29.5
2	Conjugatophyceae	257	20.0
3	Chlorophyceae	221	17.2
4	Hormogoniophyceae	130	10.1
5	Chrysophyceae	95	7.4
6	Chroococcophyceae	45	3.5
7	Xanthococcophyceae	40	3.1
8	Centrophyceae	32	2.5
9	Euglenophyceae	29	2.3
10	Xanthotrichophyceae	22	1.7
	Всего	1249	97.3

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 653 вида водорослей (51.0 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам диатомовых, зеленых, синезеленых и золотистых (табл. 37). На долю зеленых из их числа приходится 279 видов (21.8 % всего видового состава), диатомовых – 278 (21.7 %), синезеленых – 63 (4.9 %), золотистых – (2.6 %). Высокая позиция в спектре семейств Desmidiaceae отражает голарктические черты флор северного полушария [86].

Таблица 36.

**Ведущие по числу видов порядки фитопланктона крупных рек
Восточной Сибири**

Ранговое место	Порядок	Число видов	% от общего числа видов (1283)
1	Raphales	331	25.8
2	Desmidiiales	233	18.2
3	Chlorococcales	163	12.7
4	Oscillatoriales	70	5.5
5	Ochromonadales	67	5.2
6	Nostocales	56	4.4
7	Araphales	47	3.7
8	Chroococcales	43	3.4
9	Heterococcales	40	3.1
10	Ulotrichales	30	2.3
	Всего	1080	84.3

Одновидовых семейств в спектре водорослей планктона – 20, т. е. 18.5 % всех семейств. Из золотистых водорослей к ним относятся 5 – Chrysamoebaceae, Dereruxidaceae, Kybotionaceae, Phaeothamniaceae, Salpingocaceae; из диатомовых 3 – Hemiaulaceae, Hemidiscaceae, Rhoicospheniaceae; из зеленых 3 – Aphanochaetaceae, Chlorangiellaceae, Chlorosarcinaceae; из синезеленых 3 – Holopediaceae, Nodulariaceae, Woronichiniaceae; из эвгленовых 2 – Colaciaceae, Scytomonadaceae; из желтозеленых – Chloropediaceae, Heterodendraceae; из криптофитовых и красных – по одному, соответственно: Sturptomadaceae и Batrachospermataceae. Для северных флор характерно увеличение числа монотипных семейств [85, 86].

Двувидовых семейств обнаружено 16: синезеленых 6 – Aphanizomenonaceae, Aulosiraceae, Chlorogloeaceae, Gomphosphaeriaceae, Pleurocapsaceae, Schizotrichaceae; зеленых 4 – Cladophoraceae, Golenkiniaceae, Tetrasporaceae, Treubariaceae; диатомовых 3 – Rhizosoleniaceae, Rhopalodiaceae, Thalassiosiraceae; золотистых 2 – Monosigaceae и Ochromonadaceae; желтозеленых одно – Mischosoccaceae. В общей сложности 36 семейств водорослей исследованной флоры являются одно- и двувидовыми, что составляет более трети от их общего количества (табл. 34).

Обращает на себя внимание наличие в составе флоры планктона 108 одновидовых родов. Преобладание маловидовых родов также отличает северные флоры. Из зеленых водорослей к ним относятся 44 рода – *Ankyra*, *Aphanochaete*, *Apiococcus* Korsch., *Botryococcus* Kütz., *Carteria*, *Chlorangiella*, *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Chloroplana*, *Cloniophora*, *Coenocystis* Korsch., *Cylindriastrum*, *Dactylosphaerium* Steinecke, *Desmatractum* W. et G.S. West, *Draparnaldia*, *Euastropsis* Lagerh., *Fernandinella*, *Franceia*, *Geminella*, *Geminellopsis* Korsch., *Glaucosphaera*, *Golenkinia*, *Golenkiniopsis*, *Heleochloris*, *Hormotila*, *Macrochloris*, *Nautococcus* Korsch., *Nephrochlamis*, *Pachyphorium*, *Palmella*, *Planctococcus* Korsch., *Polyedriopsis*, *Pseudotetrastrum*, *Quadricoccus* Fott, *Siderocystopsis*, *Sphaerocystis*, *Spirotaenia* Bréb., *Tetrachlorella* Korsch., *Tetrallantos* Teil., *Trebouxia*, *Treubaria*, *Uronema*, *Westella* De-Wild., *Willea* Schmidle; из желтозеленых 19 – *Arachnchloris*, *Centrtractus*, *Chlorarkys*, *Chlorellidium*, *Chloridella*, *Chlorogibba*, *Chlorokoryne*, *Chloropedia*, *Ducelliera* Teil., *Gaumiella* Bourr., *Gloeoskene*, *Goniochloris*, *Heterodendron*, *Heterodesmus*, *Heterothrix*, *Isthmochloron*, *Tetraedriella*, *Trachycystis*, *Vischeria*; из золотистых 13 – *Chrysamoeba*, *Cladonema*, *Codosiga*, *Conradocystis*, *Kybotion*, *Lagynion*, *Mallomonopsis*, *Monosiga*, *Ochromonas*, *Phaeothamnion*, *Rhipidodendron*, *Stalexomonas*, *Stylochrysalis*; из синезеленых 13 – *Chroococcopsis*, *Gloeotheca*, *Gomphosphaeria* Kütz., *Holopedia*, *Nodularia* Mert., *Pleurocapsa*, *Rhabdoderma* Schmidle et Laut., *Romeria*, *Snowella*, *Symploca*, *Synechococcus*, *Westiella*, *Woronichinia* Elenk.; из диатомовых 12 – *Actinocyclus*, *Anomooneis*, *Attheya*, *Didymosphenia* M. Schmidt, *Eucoconeis*, *Frustulia* Rabh., *Hannaea*, *Meridion* Ag., *Opephora* Petit, *Peronia*, *Pliocaenicus*, *Rhoicosphenia* Grun.; из эвгленовых 4 – *Colacium* Ehr., *Monomorphina* Mereschk., *Scytonomas* Stein, *Strombomonas* Defl.; из красных 2 – *Audouinella* и *Batrachospermum* Roth; из криптофитовых один – *Cryptomonas*.

Двувидовых родов отмечено 54, в том числе: зелёных 26 – *Binuclearia* Wittr., *Chaetophora*, *Characium*, *Cladophora* Kütz., *Closteriopsis* Lemm., *Coenococcus* Korsch., *Crucigeniella* Lemm., *Eudorina* Ehr., *Gloeotila*, *Gonium* Müll., *Hyaloraphidium* Pasch. et Korsch., *Hyalotheca* Ehr., *Nephrocytium* Näg., *Palmodictyon* Kütz., *Pandorina* Bory, *Quadrigella* Printz, *Raphidocelis* Hind., *Roya*, *Schroederia* Lemm. emend. Korsch., *Selenastrum*, *Sorastrum* Kütz., *Sphaerosozma* Corda, *Teilingia* Bourr., *Tetraspora* Link, *Trochiscia* Kütz., *Volvox* (L.) Ehr.; синезеленых 8 – *Aphanizomenon*, *Aulosira*, *Chlorogloea*, *Dactylococcopsis* Hansg., *Eucapsis* Clem. et Schantz, *Rivularia* (Roth) Ag. emend. Thur., *Schizothrix* (Kütz.) Gom., *Scytonema* Ag.; диатомовых 7 – *Asterionella*, *Caloneis*, *Cymatopleura* W. Sm., *Denticula* Kütz., *Rhizosolenia* (Ehr.) Brightw.,

Rhopalodia O. Müll., *Thalassiosira* Cl.; желтозеленых 7 – *Botrydiopsis*, *Bumilleria* Borzi, *Bumilleriopsis*, *Gloeobotrys*, *Mischococcus*, *Peroniella*, *Pseudostaurastrum* (Hansg.) Chod.; золотистых 3 – *Chrysococcus* Klebs, *Stephanoporos*, *Stokesiella* Lemm.; динофитовых эвгленовых и красных по одному, соответственно – *Ceratium* Schrank, *Lepocinclis* Perty, *Chantransia* Fries.

Анализ родового спектра водорослей планктона исследованных рек указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 10 ведущих родов, составляющих 3.8 % всего родового состава, охватывают треть общего числа видов (табл. 38). 61.4 % всех родов водорослей планктона являются одно- и двувидовыми, причем на их долю приходится 16.8 % видового состава. Северные флоры отличает преобладание маловидовых семейств и родов.

Пропорции флоры составляют 1:2.4:11.9:15.2. Родовая насыщенность 4.9, среднее число внутривидовых таксонов в видах 1.3.

768 видов и разновидностей водорослей были обнаружены нами впервые для планктона исследованных рек; новыми для исследованной флоры являются также 7 родов из отделов зеленых, золотистых, диатомовых и желтозеленых: *Actinocyclus*, *Codosiga*, *Isthmochloron*, *Polyedriopsis*, *Roya*, *Siderocystopsis* и *Stalexomonas*.

Таблица 37.

**Ведущие по числу видов семейства фитопланктона крупных рек
Восточной Сибири**

Ранговое место	Семейство	Число видов	% от общего числа видов (1283)
1	Desmidiaceae	192	15.0
2	Naviculaceae	112	8.7
3	Oscillatoriaceae	63	4.9
4	Nitzschiaceae	50	3.9
5	Scenedesmaceae	49	3.8
6	Cymbellaceae	47	3.7
7	Closteriaceae	38	3.0
8	Fragilariaceae	36	2.8
9–10	Dinobryonaceae	33	2.6
9–10	Eunotiaceae	33	2.6
	Всего	653	51

Таблица 38.

**Ведущие по числу видов роды фитопланктона крупных рек
Восточной Сибири**

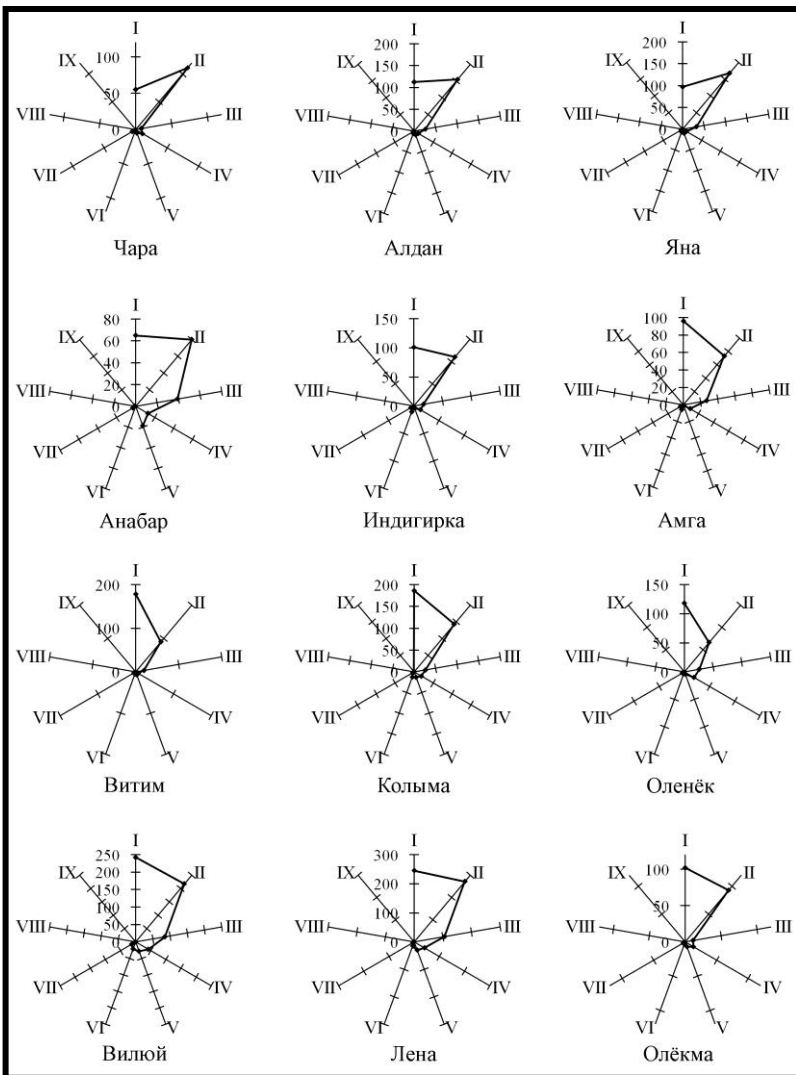
Ранговое место	Род	Число видов	% от общего числа видов (1283)
1	<i>Cosmarium</i>	72	5.6
2	<i>Nitzschia</i>	47	3.7
3	<i>Navicula</i>	46	3.6
4	<i>Cymbella</i>	41	3.2
5	<i>Closterium</i>	38	3.0
6–7	<i>Staurastrum</i>	37	2.9
6–7	<i>Oscillatoria</i>	37	2.9
8	<i>Scenedesmus</i>	34	2.7
9	<i>Eunotia</i>	32	2.5
10	<i>Pinnularia</i>	31	2.4
	Всего	415	32.5

5.2. Сравнительный анализ флоры исследованных рек

Относительная доля видового разнообразия различных отделов водорослей, в пределах флоры каждой из рек, наглядно представлена на звездчатых диаграммах (рис. 33). Диатомовые и зеленые водоросли составляют основу флоры всех рек региона. Однако в видовом составе фитопланктона тех рек, где на больших по протяженности участках отмечена высокая скорость течения и низкая степень прозрачности воды, преобладают диатомеи. Это следующие пять рек: Чара, Алдан, Яна, Анабар и Индигирка (рис. 33). В фитопланктоне других исследованных рек на первом месте по числу видов зеленые водоросли.

Синезеленые водоросли во флоре планктона большинства рек находятся на третьем месте. Наибольшее их относительное разнообразие характерно для рек арктического бассейна и зоны средней и северной тайги: Анабар, Лена, Оленёк, Яна, Амга, Вилюй и Алдан (рис. 33); наименьшее – для горных рек юга региона: Витим, Олёкма, Чара.

Хризифитовые водоросли в большинстве исследованных флор – на четвертом месте, кроме рек Олёкма и Чара, где они занимают третью позицию. Максимальное относительное видовое богатство золотистых характерно главным образом для горных рек – Олёкма и Чара, и большинства рек арктического бассейна – Оленёк, Анабар, Лена, Индигирка и Колыма (рис. 33).



Примечание: Chlorophyta – I; Bacillariophyta – II; Cyanophyta – III; Chrysophyta – IV; Xanthophyta – V; Euglenophyta – VI; Dinophyta – VII; Rhodophyta – VIII; Cryptophyta – IX.

Рисунок 33. Таксономическая структура флоры планктона крупных рек Восточной Сибири

Самые высокие значения флористических пропорций отмечены для наиболее крупных рек региона имеющих большие по протяженности равнинные участки, протекающие в среднетаежной зоне (табл. 39). Несколько ниже эти показатели для рек с протяженными горными участками, а также для рек большей частью протекающих за Полярным кругом. Это свидетельствует о менее благоприятной для развития фитопланктона ситуации в горных и заполярных реках, в связи с чем, здесь выпадает не только некоторое число видов, но и родов. Следует отметить, что из двух коэффициентов аппроксимации, представленных в таблице 39, такое распределение характерно только для константы пересечения.

Как известно, определяющий фактор увеличения биоразнообразия фитопланктона, это большее разнообразие биотопов в пределах исследуемой флоры. С другой стороны можно утверждать, что чем больше площадь бассейна реки, тем больше и число биотопов в ее пределах. Пытаясь объективно оценить степень видового разнообразия фитопланктона каждой из рек региона, мы сопоставили эти параметры – площадь бассейна и количество видов во флоре, графически это отображено на диаграмме (рис. 34).

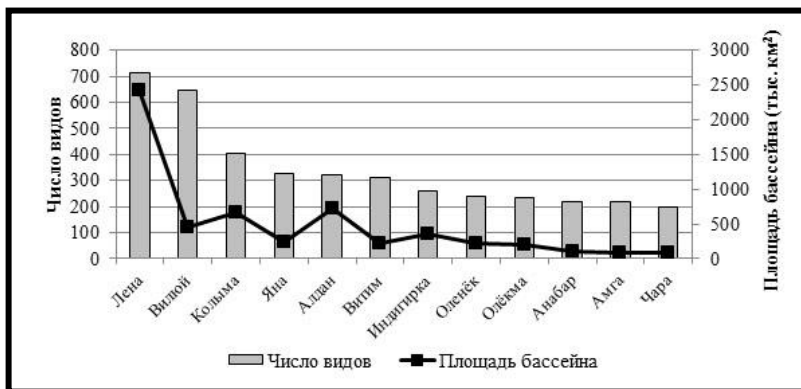


Рисунок 34. Видовое богатство фитопланктона и площадь водосборного бассейна исследованных рек

Рассчитанный нами коэффициент ранговой корреляции Спирмена составляет 0.92 и свидетельствует об очень высокой, статистически значимой зависимости между этими параметрами. Таким образом, несмотря на разную степень изученности флор рек региона можно утверждать, что величина бассейна реки определяет биоразнообразие фитопланктона.

Таблица 39.

**Флористические показатели фитопланктона крупных рек
Восточной Сибири**

Реки	Основные ранговые отношения					Коэффициенты аппроксимации кривых Виллиса	
	В/Р	Р/С	В/С	ВР/С	ВР/Р	a	b
Лена	3.89	2.14	8.31	10.44	4.88	83.9	-1.42
Виллой	3.82	2.05	7.82	9.28	4.53	77.1	-1.41
Колыма	3.26	2.10	6.85	7.83	3.73	60.0	-1.46
Яна	3.26	1.80	5.88	6.86	3.80	52.5	-1.64
Алдан	3.14	1.78	5.57	6.52	3.67	52.1	-1.56
Витим	2.92	2.12	6.20	6.90	3.25	49.4	-1.31
Индигирка	2.88	1.94	5.57	6.40	3.31	43.4	-1.45
Чара	2.74	1.85	5.05	5.85	3.17	37.4	-1.55
Олёкма	2.49	1.98	4.94	5.28	2.67	52.9	-1.75
Амга	2.48	1.71	4.24	4.65	2.72	51.4	-1.77
Анабар	2.39	1.53	3.67	3.82	2.49	50.0	-1.64
Оленёк	2.38	1.84	4.36	4.69	2.55	53.7	-1.51

Примечание: В – число видов, Р – число родов, С – число семейств, ВР – число видов и разновидностей, а – константа пересечения, b – порядок гиперболы.

Коэффициент флористического сходства (S) фитопланктона рек региона невысокий, его значения равные или превышающие 0.6 отмечены лишь для трёх пар сравниваемых рек, это р. Лена и некоторые ее притоки (Лена–Витим, Лена–Чара), а также две реки со смежными бассейнами (Виллой–Оленёк) (табл. 40).

Таблица 40.

Коэффициенты флористического сходства планктона крупных рек Восточной Сибири

	Амга	Анабар	Виллой	Витим	Индигирка	Колыма	Лена	Олёкма	Оленёк	Чара	Яна
Алдан	0.38	0.30	0.39	0.38	0.46	0.43	0.35	0.41	0.43	0.35	0.42
Амга		0.27	0.40	0.40	0.44	0.30	0.42	0.48	0.39	0.37	0.36
Анабар			0.29	0.28	0.33	0.27	0.31	0.39	0.29	0.34	0.28
Виллой				0.58	0.50	0.47	0.50	0.40	0.60	0.45	0.46
Витим					0.48	0.41	0.60	0.41	0.59	0.53	0.42
Индигирка						0.40	0.49	0.47	0.52	0.45	0.54
Колыма							0.34	0.32	0.49	0.34	0.42
Лена								0.39	0.51	0.62	0.45
Олёкма									0.41	0.33	0.35
Оленёк										0.44	0.47
Чара											0.43

Высокие значения индекса Шеннона–Уивера (H_b) (табл. 41) свидетельствуют о том, что несмотря на суровые условия обитания фитопланктона, в реках региона формируются сбалансированные и богатые в видовом отношении сообщества. В условиях ограниченных ресурсов, которыми характеризуются исследованные реки, планктонные сообщества водорослей поддерживаются путем повышенного видового разнообразия. Водные экосистемы такого типа характеризуются высокой специализацией видов, что способствует более эффективному использованию ими доступных источников ресурсов [4].

Из таблицы 41 видно, что наибольшим индексом H_b характеризуются крупные «транзитные» реки с протяженными равнинными участками, а также реки юга региона. Меньшее видовое разнообразие характерно для двух арктических рек, бассейны которых целиком расположены за Полярным кругом.

Активность видов фитопланктона неодинакова в исследованных реках. Наибольшее число видов, проявляющих высокую степень активности, обнаружено на юге региона или в зоне средней тайги. Как видно из таблицы 42, арктические реки отличаются меньшей активностью видов фитопланктона.

Таблица 41.

**Средний индекс Шеннона–Уивера (H_b) фитопланктона
исследованных рек**

Река	H_b
Лена	4.75
Виллой	4.54
Витим	4.46
Чара	4.36
Кольма	4.22
Олёкма	3.98
Яна	3.78
Индигирка	3.64
Амга	3.33
Алдан	3.31
Оленёк	2.70
Анабар	2.68

Таблица 42.

**Распределение видов фитопланктона исследованных рек
по группам активности**

Реки	Группы активности			
	малоактивные	среднеактивные	высокоактивные	особоактивные
Витим	99	71	38	37
Виллой	156	75	31	30
Олёкма	78	35	30	23
Чара	82	45	18	19
Яна	86	33	19	18
Кольма	125	82	33	17
Амга	74	30	15	15
Алдан	91	19	9	11
Оленёк	96	32	15	10
Индиگیرка	112	40	22	8
Лена	163	29	10	7
Анабар	91	15	6	2

Фитопланктон исследованных рек содержит большое число редких таксонов. Всего насчитывается 690 редких видов, что составляет 42 % от общего видового состава, 83 редких рода (31 %). Наибольшим числом оригинальных видов отличаются диатомовые и зеленые водоросли (табл. 43), родов – зеленые и желтозеленые. Единственный отдел, в составе которого нет специфичных видов – Dinophyta. На уровне родов в большей части рек по числу характерных таксонов лидируют зеленые водоросли, лишь в Анабаре на первом месте желтозеленые; а в реках Амга, Индиگیرка и Чара, специфичные роды относились к единственному отделу, в каждой из рек это были – синезеленые, эвгленовые и диатомовые водоросли соответственно (табл. 43).

Фитопланктон наиболее крупной р. Лены содержит наибольшее число редких видов, в других исследованных реках их число значительно ниже (табл. 43). По количеству специфичных родов лидируют

две крупные реки – Лена и Вилюй. Река Витим – единственная из исследованных, для которой не отмечено оригинальных родов. Как видно из таблицы 43 наибольшее число своеобразных таксонов характерно для наиболее крупных равнинных рек, и меньше их в реках меньшей протяженности, главным образом горных.

Выявлено 30 общих для всех исследованных флор родов. Большая часть из них – 20 родов, относятся к диатомеям, это такие роды как: *Achnanthes*, *Asterionella*, *Aulacoseira*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Didymosphenia*, *Epithemia* Bréb., *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Meridion*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhopalodia*, *Stauroneis*, *Surirella*, *Synedra* и *Tabellaria*. Среди зеленых водорослей таких родов 5 – *Closterium*, *Cosmarium*, *Cosmoastrum*, *Monoraphidium* и *Oocystis*; синезеленых 2 – *Anabaena* и *Oscillatoria*; золотистых, динофитовых и желтозеленых по одному, соответственно – *Dinobryon*, *Peridinium* Ehr. и *Tribonema*.

Таблица 43.

**Число редких родов и видов фитопланктона исследованных рек
(число родов/число видов)**

Отдел	Алдан	Амга	Анабар	Вилюй	Витим	Индигирка	Кольма	Лена	Олёкма	Оленёк	Чара	Яна	Всего
Cyanophyta	-/6	1/7	1/12	5/4	-/1	-/-	-/1	3/55	-/-	-/3	-/-	1/8	11/97
Cryptophyta	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1
Dinophyta	-/-	-/2	-/1	-/2	-/-	-/1	-/1	-/4	-/-	-/2	-/-	-/-	-/13
Chrysophyta	-/1	-/3	-/2	6/2	-/-	-/3	-/5	5/25	-/1	1/5	-/-	1/2	13/49
Xanthophyta	-/1	-/-	5/8	8/1	-/-	-/-	1/2	7/13	-/-	-/-	-/-	-/1	21/26
Bacillariophyta	-/33	-/5	-/8	-/18	-/3	-/11	1/25	2/120	-/-	-/2	2/4	-/37	5/266
Euglenophyta	-/-	-/1	-/-	-/2	-/-	1/2	-/2	-/3	-/-	-/1	-/-	-/-	1/11
Chlorophyta	2/15	-/14	-/10	8/32	-/23	-/7	1/22	15/54	1/10	2/16	-/6	1/15	30/224
Rhodophyta	1/1	-/-	-/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1	-/-	-/-	-/-	-/-	1/3
Всего	3/57	1/32	6/42	27/61	-/27	1/24	4/59	32/275	1/11	3/29	2/10	3/63	83/690

Общих видов отмечено 21, причем 19 из них это космополиты, и лишь один арктоальпийский вид. Большую их часть составляют диатомовые (18 видов): *Asterionella formosa*, *Cymbella lanceolata*, *C. minuta*, *C. silesiaca*, *Diatoma elongatum* var. *tenue*, *Didymosphenia geminata*, *Eunotia lunaris*, *Gomphonema constrictum*, *G. longiceps* var. *montanum* f. *suecicum*, *Meridion circulare*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia acicularis*, *N. linearis*, *Rhopalodia gibba*, *Stauroneis phoenicenteron*, *Synedra acus*, *S. tabulata* и *S. ulna*; 2 общих вида относятся к отделу зеленых водорослей – *Closterium moniliferum* и *Cosmarium formosulum*; и один к динофитовым – *Peridinium cinctum*.

Однако факт того, что перечисленные виды отмечены во флорах всех исследованных рек не означает повсеместного их распространения по всей длине рек. Здесь мы имеем дело с таким известным явлением, как мозаичный ареал [209], которое характерно для многих водорослей.

5.3. Сравнительная эколого–географическая характеристика фитопланктона

Большую часть альгофлоры исследованных рек составляют бентосные водоросли, что неудивительно для проточных водоемов (рис. 35). Исключение представляет планктон рек Оленёк, Амга и Витим, где преобладают факультативно–планктонные формы. Доля истинно–планктонных видов водорослей меньше и варьирует в различных реках от 15.6 до 25.9 %. Это связано главным образом со скоростью течения, а также очевидно с некоторыми другими факторами, например преобладающими глубинами русла. Так, один из самых высоких показателей отношения числа планктонных и факультативно–планктонных видов к числу обростателей, у самой медленно текущей из рек региона – Амги, он составляет 1:0.51. Для Индигирки этот показатель равен 1:0.60, Колымы – 1:0.61, Олёмкы – 1:0.68, Вилюя – 1:0.73, Анабара – 1:0.83, для р. Лены – 1:0.85, Алдана – 1:1.01, для р. Чары – 1:1.08, Яны – 1:1.12. Лишь для р. Витим это отношение выше – 1:0.45, очевидно из–за того, что на планктон Витима большое влияние оказывает флора, формирующаяся на затишном участке реки, расположенном в Муйско–Куандинской котловине.

По отношению к галобности в планктоне всех исследованных рек преобладает экологическая группа индифферентных видов, их доля варьирует от 38.0 до 54.4 % видового состава (рис. 36). А так как уровень минерализации вод рек региона невелик, то для большинства из них доля галофобных видов выше, чем галофильных. Лишь в Амге, где минерализация самая высокая среди рек региона, доля галофилов несколько больше, чем галофобов.

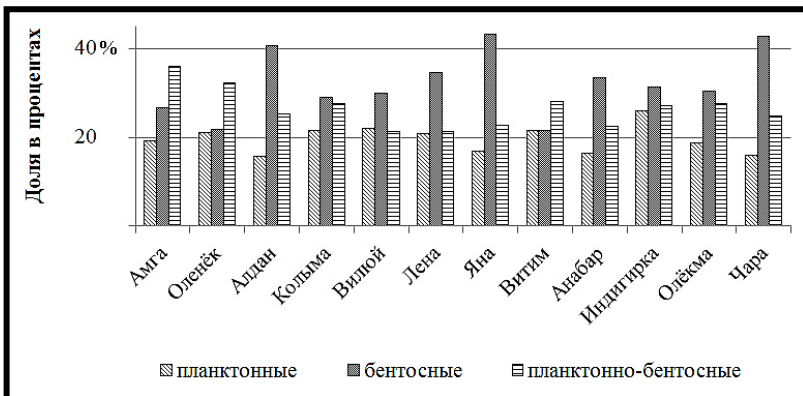


Рисунок 35. Доля видов различных местообитаний в составе фитопланктона исследованных рек

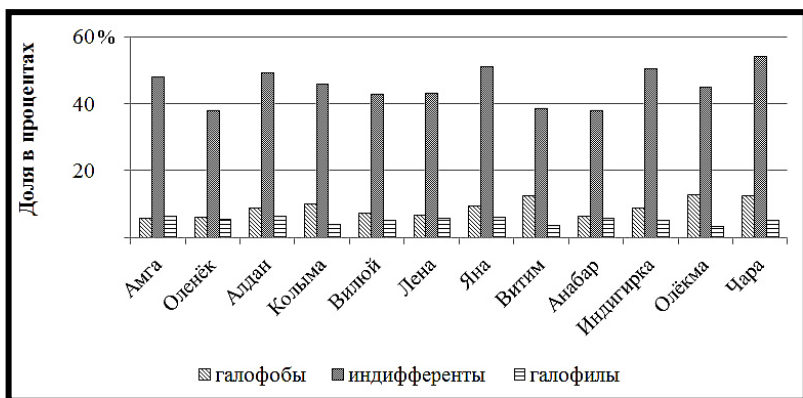


Рисунок 36. Соотношение числа видов-индикаторов различной степени галобности в составе флоры планктона исследованных рек

Между долей голофобов и общей суммой ионов получена достоверная отрицательная зависимость ($r = -0.48$).

По отношению к рН основную часть флоры составляют индифференты и алкалофилы (рис. 37). Наиболее тесная связь (коэффициент корреляции Спирмена) наблюдалась между рН и долей алкалофилов ($r = -0.44$) и долей алкалобионтов ($r = -0.50$).

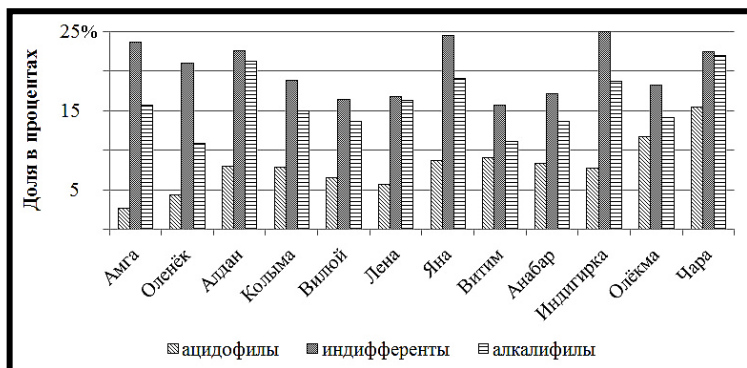


Рисунок 37. Соотношение видов-индикаторов по отношению к рН в составе флоры планктона исследованных рек

Преобладающей группой по географической приуроченности в фитопланктоне всех исследованных рек являются космополиты, составляющие от 49.3 до 65.0 % видового состава. Однако, учитывая географическое расположение рек, наибольший интерес вызывает отношение суммы бореальных и циркумбореальных видов к сумме видов альпийских и североальпийских. Оказывается, более половины исследованных рек характеризуются преобладанием флоры умеренного пояса над североальпийской (рис. 38). Обратная картина характерна только для пяти из исследованных рек, среди них арктические и горные реки: Оленёк, Индигирка, Витим, Олёкма и Чара.

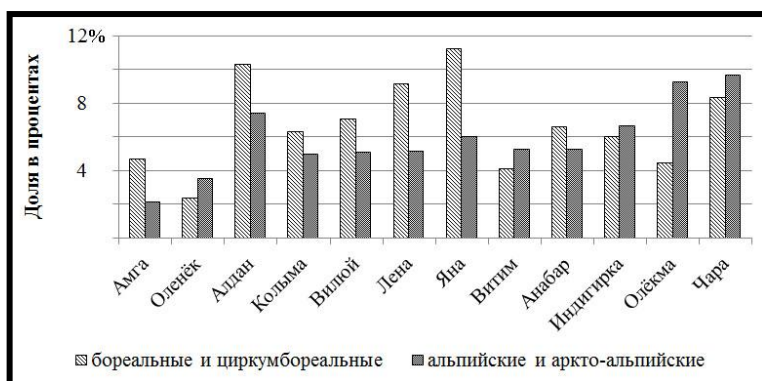


Рисунок 38. Соотношение видов с различной географической приуроченностью во флоры планктона исследованных рек

Имеющиеся в литературе сведения о приуроченности водорослей к температуре воды и скорости течения скудны и для большинства видов отсутствуют. Среди водорослей с известной экологической приуроченностью к этим факторам, в планктоне всех исследованных рек преобладают индифференты к температуре воды, и в большинстве рек – индифференты к скорости течения (рис. 39, 40).

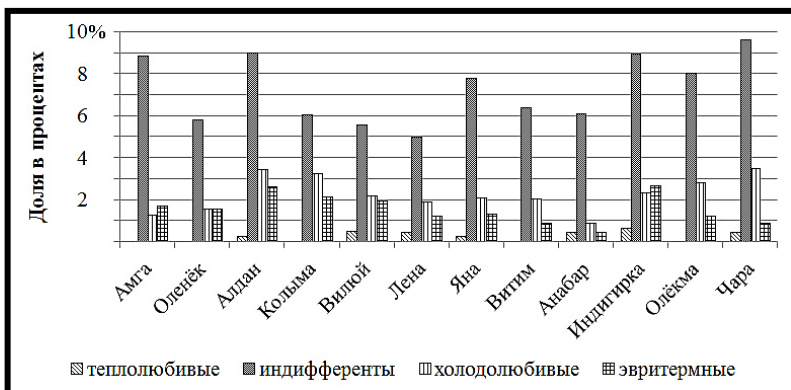


Рисунок 39. Соотношение видов с различной температурной приуроченности во флоры планктона исследованных рек

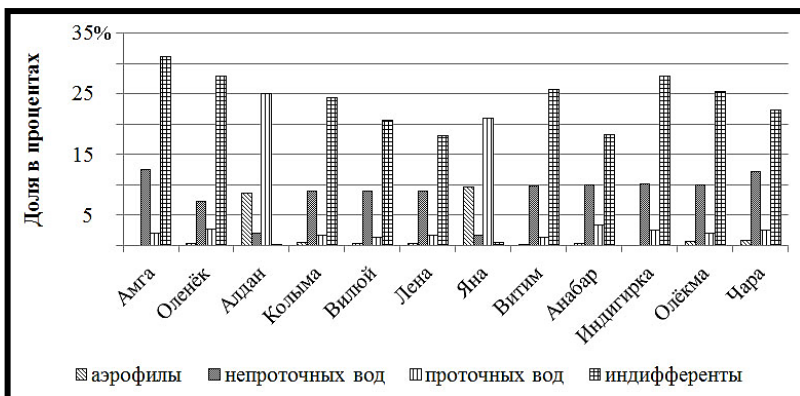


Рисунок 40. Доля видов приуроченных к различной скорости течения в составе фитопланктона исследованных рек

Холодолобивых и эвритермных видов меньше. Доля водорослей непроточных вод выше в большинстве рек региона, за исключением двух рек с высокой скоростью течения Алдана и Яны, где роль водорослей проточных вод выше, а также высока доля водорослей, характерных для хорошо аэрированных вод.

5.4. Оценка качества вод исследованных рек по фитопланктону

Из общего количества водорослей, отмеченных в планктоне рек региона, 753 вида и разновидности являются водорослями – показателями сапробности, что составляет 46.0 %. Распределение индикаторных видов по систематическим отделам приведено в таблице 44. Среди них максимальным разнообразием характеризовались диатомовые (46.2 % от общего количества водорослей–индикаторов), зеленые (28.0 %) и синезеленые (11.8 %), менее разнообразны – золотистые (5.1 %), эвгленовые (4.1 %), желтозеленые (2.5 %) и динофитовые (1.6 %). Видовой состав водорослей–индикаторов остальных двух отделов – Rhodophyta и Cryptophyta, представлен единично. В составе показательных организмов отмечены индикаторы всех зон сапробности, характеризующих лимносაპრობную группу вод [213]. Из общего числа индикаторных видов 18.7 % составляли β–мезосапробы, 23 % – олигосапробы и 31 % – β–мезо–олигосапробы. Таксонов, характеризующих воды с высокими показателями сапробности (в сумме 9 %) и с очень низкими (19 %), меньше (табл. 44).

Таблица 44.

Число индикаторных видов сапробности в различных отделах водорослей по зонам сапробности крупных рек Восточной Сибири

Отдел	х	х-о	о-х	х-β	о	о-β	β-о	о-α	β	β-α	α-β	α	о-р	р-α	α-р	β-р	ρ	Всего
Суанophyta	4	2	1	4	15	14	9	12	17	4	-	2	-	-	-	4	1	89
Cryptophyta	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Dinophyta	-	-	1	-	5	3	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	12
Chrysophyta	-	-	1	1	11	6	3	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	38
Xanthophyta	1	-	-	2	8	2	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	19
Bacillariophyta	35	29	14	20	91	48	26	26	32	11	13	2	1	-	-	-	-	348
Euglenophyta	-	-	-	-	1	1	2	2	11	4	4	2	-	1	2	-	1	31

Таблица 44. (окончание)

Отдел	x	x-o	o-x	x-β	o	o-β	β-o	o-α	β	β-α	α-β	α	o-ρ	ρ-α	β-ρ	ρ	Всего	
Rhodophyta	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
Chlorophyta	-	3	9	14	38	14	15	33	71	8	2	1	-	-	-	3	211	
Всего	41	36	27	41	169	88	60	83	141	27	19	8	1	1	2	7	2	753
%	5.4	4.8	3.6	5.4	22.5	11.7	8.0	11.0	18.7	3.6	2.5	1.1	0.1	0.1	0.3	0.9	0.3	100.0

Примечание: (x) – ксеносапробы, (x-o) – ксено-олигосапробы, (o-x) – олиго-ксеносапробы, (x-β) – ксено-β-мезосапробы, (o) – олигосапробы, (o-β) – олиго-β-мезосапробы, (β-o) – β-олиго-мезосапробы, (o-α) – олиго-α-мезосапробы, (β) – β-мезосапробы, (β-α) – β-α-мезосапробы, (α-β) – α-β-мезосапробы, (α) – α-мезосапробы, (o-ρ) – олиго-полисапробы, (ρ-α) – поли-α-мезосапробы, (α-ρ) – α-мезо-полисапробы, (β-ρ) – β-мезо-полисапробы, (ρ) – полисапробы.

Основная часть видов относится к олиго- и β-мезосапробным формам.

Виды-доминанты (их за период наших исследований выявлено 56) большей частью также принадлежат к олиго-, β-мезосапробам и формам переходной зоны, что в сумме составляет 67.9 % от их общего количества.

Спектр индикаторных водорослей различен для исследованных рек. Так, максимальное количество индикаторов высокого уровня органического загрязнения отмечено в планктоне рек, протекающих по наиболее густонаселенным территориям региона, или имеющих участки подверженные техногенному воздействию. Например, в реках Лена и Вилюй таких водорослей выявлено 47 и 42 таксона соответственно, для рек Яна (28), Колыма (26), Индигирка (24), Алдан (23) и Амга (21) – несколько меньше; менее всего – в реках Анабар (13), Оленёк (13) и Олёкма (12). Полисапробы обнаружены только в планктоне рр. Лена, Вилюй, Колыма, Алдан и Индигирка (табл. 45).

Средние индексы сапробности в исследованных реках менялись от 1.22 до 1.89, и соответствовали олиго- и β-мезосапробной зонам самоочищения.

Таблица 45.

**Число индикаторных видов сапробности в крупных реках
Восточной Сибири и средний индекс сапробности (S)**

Реки	х	х-о	о-х	х-β	о	о-β	β-о	о-α	β	β-α	α-β	α	о-р	р-α	α-р	β-р	р	Всего	S
Лена	31	26	16	25	99	55	32	63	96	20	13	4	1	1	2	4	2	490	1.63
Виллой	23	15	19	22	91	55	38	50	85	18	13	5	1	1	-	3	1	440	1.64
Кольма	19	11	17	15	47	34	25	34	64	11	9	2	-	1	-	2	1	292	1.67
Яна	20	14	10	12	50	31	18	21	40	11	11	3	-	-	-	3	-	244	1.56
Алдан	13	15	7	10	34	40	19	33	52	11	6	2	1	-	1	1	1	246	1.71
Витим	7	7	13	11	41	22	18	25	45	7	7	1	-	-	-	2	-	206	1.55
Индиگیرка	13	15	10	9	26	30	16	30	38	9	8	3	-	1	-	2	1	211	1.42
Оленёк	6	8	6	2	24	26	14	24	35	7	3	-	-	1	-	2	-	158	1.77
Олёкма	12	5	8	11	26	19	13	19	31	4	6	1	-	-	-	1	-	156	1.38
Анабар	8	9	2	9	25	20	12	13	18	6	4	-	-	-	-	3	-	129	1.45
Амга	8	8	4	5	25	17	12	27	37	8	7	2	-	1	-	3	-	164	1.89
Чара	15	7	11	13	37	20	13	15	23	6	6	1	-	-	1	-	-	168	1.22

Примечание: (S) – средний индекс сапробности, остальные обозначения как в табл. 44.

Для 75–ти километрового участка средней Лены от Табагинского до Кангаласского мыса, где проводились многолетние сезонные наблюдения, было выявлено, что наиболее высокий уровень сапробности характерен в весеннее половодье. В этот период, на участках реки, подверженных поступлению органических веществ, аккумулированных за зимний период, индекс S достигал 1.99 [45]. В июле и августе, при прогреве воды и активизации процессов самоочищения, было отмечено улучшение качества воды – среднемесячный индекс сапробности достигал 1.83 и 1.78 соответственно. В сентябре зафиксировано возрастание уровня сапробности (1.80), в связи с понижением температуры воды, замедлением процессов разложения органики, и поступлением органических веществ аллохтонного происхождения за счет стока с долины и смыва загрязняющих веществ в период осенних дождей. В октябре показатель сапробности снизился до 1.75 из-за угасания вегетации водорослей [50]. Было установлено, что

средний показатель сапробности был выше в маловодный и более холодный 1995 г., он понижался в многоводный и более теплый 1994 г.

Повышение сапробности весной (в период паводка), затем его снижение в конце весны и летом, некоторое возрастание осенью и дальнейшее снижение к зиме характерно также и для р. Волги [133, 166, 167, 168].

Повышение сапробности происходило также в зонах влияния г. Якутска, других населенных пунктов и хозяйственных объектов, проявившееся в повышении уровня сапробности. Так минимальный индекс сапробности был отмечен в пункте Табагинский мыс – 1.72. В нижерасположенных по течению реки станциях показатели сапробности повышены, максимальный показатель отмечен у Водоканала (1.85), расположенном непосредственно ниже г. Якутска. Далее по течению реки уровень загрязнения снижается и в 45 км ниже города (в пункте Кангаласский мыс) составляет 1.78.

Средний показатель сапробности для данного участка р. Лены за весь период наблюдений – 1.80, согласно классификации О.П. Окснюк и др. [165] этот участок р. Лены относится к категории слабо загрязненных [50].

Сезонные колебания индекса сапробности более обширного участка р. Лены (участка В) изменяются в пределах 1.27–2.70 и в среднем составляют 1.79. Этот густонаселенный участок р. Лены характеризовался одним из наиболее высоких индексов сапробности среди всех исследованных нами рек.

Таким образом, по классификации О.П. Окснюк и др. [165] воды всех исследованных рек оценены как слабозагрязненные.

На основе комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши (КПВС) предложенной О.П. Окснюк и др. [165], воды исследованных рек, по значениям биомассы фитопланктона, принадлежат первому классу качества – «предельно чистые»; в акватории рек Лена (на участках А, С и D), Вилюйского водохранилища, среднего и нижнего Вилюя, Колымы (на участках А и Е), верхнего и среднего Алдана – разряда 2а «очень чистые», второго класса «чистые». Следует отметить, что на некоторых участках Вилюйского водохранилища, во время «цветения» воды, а также в период его заполнения, качество воды снижалось до разряда 3а «достаточно чистая» 3 класса «удовлетворительной чистоты» и разряда 5б «предельно грязная» 5 класса «грязная» [185]. По индексу сапробности, на основании вышеупомянутой системы оценки [165], воды большей части исследованных рек относятся к разряду 3а «достаточно чистые» третьего класса «удовлетворительной чистоты»;

исключение составляют Светлинское водохранилище, р. Лена (на участке С), р. Витим (на участке С), среднее течение р. Анабар, верхняя и средняя Индигирка, а также реки Чара и Олёкма на всем протяжении, которые соответствуют разряду 2б «вполне чистые» второго класса «чистые».

5.5. Особенности экотопологической структуры фитопланктона рек региона

Поскольку водоросли пеламопланктона развиваются в высокопроточных водоемах в условиях континуума, зональность их комплексов не имеет такой выраженности, как у лентических водоемов или наземной растительности. Исследованные нами реки, являются крупными водными артериями и носят транзитный характер, пересекая различные природные зоны, что усиливает азональные черты их фитопланктона. В то же время существует и многофакторное зональное влияние, обусловленное особенностями рельефа различных участков рек, притоком вод с удаленных частей бассейна, изменяющих химические и физические свойства вод основного русла. К аналогичному выводу пришла Т.А. Сафонова [200] изучая зональность флоры эвгленовых водорослей водоемов Западной Сибири. Результаты анализа степени влияния различных абиотических факторов на структуру фитопланктона (см. предыдущие разделы данной главы) свидетельствуют о целесообразности типизации исследованных рек и объединению их по двум вариантам: экологическому (по типу гидрологических условий) и географическому (по принадлежности к водосбору).

5.5.1. Развитие фитопланктона на участках рек с различными гидрологическими условиями

К четырем основным типам гидрологических условий, которые следует выделить в пределах исследованных нами рек, относятся следующие их участки: 1) равнинные, 2) горные, 3) устья арктических рек, 4) водохранилища.

Равнинные участки рек – наиболее обширный экологический тип. Типично равнинные участки встречаются на всех 12-ти исследованных нами реках. К горному типу относятся отдельные участки 7-ми рек региона: Алдана, Амги, Витима, Индигирки, Колымы, Олёкмы и Чары. Особый тип экологических условий составляют устья арктических рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Такие участки были обследованы в акватории четырех рек: Анабара, Индигирки, Лены и Яны.

Кроме того наблюдения проводились в акватории трех водохранилищ: Вилуйском и Светлинском (р. Вилуй), и Колымском.

Наиболее богат в видовом отношении фитопланктон равнинных участков исследованных рек (табл. 46).

Таблица 46.

Видовое богатство фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа

Отдел	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водоохранилища
Cyanophyta	144	27	27	66
Cryptophyta	-	1	-	-
Dinophyta	15	4	5	11
Chrysophyta	68	18	9	38
Xanthophyta	47	14	6	17
Bacillariophyta	317	179	104	134
Euglenophyta	25	9	1	8
Rhodophyta	3	-	1	-
Chlorophyta	381	196	84	131
Всего	1000	448	237	405

Высокому флористическому разнообразию их планктона способствуют большие протяженность и площадь водосбора, что в сочетании с разнообразием пересекаемых равнинными участками рек, почвенно-растительных зон и географических поясов увеличивает разнообразие биотопов. Значительно меньше число видов водорослей в планктоне горных участков и водохранилищ. Наименьшее число видов отмечено в фитопланктоне устьев арктических рек, что отражает суровые условия среды обитания в Заполярье.

Как видно из таблицы 47, на уровне отделов специфичность таксономического состава четырех выделенных экологических типов почти не проявляется. Ведущая роль принадлежит зеленым (на равнинных и горных участках) и диатомовым (в арктических устьях и водохранилищах). Ранги отделов с третьего по пятое место полностью идентичны для всех гидрологических типов. Различия в нижней части спектра незначительны.

Таблица 47.

**Ранговые места отделов в сложении фитопланктона участков
исследованных рек различного гидрологического типа**

Отдел	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Chlorophyta	1	1	2	2
Bacillariophyta	2	2	1	1
Cyanophyta	3	3	3	3
Chrysophyta	4	4	4	4
Xanthophyta	5	5	5	5
Euglenophyta	6	6	7–8	7
Dinophyta	7	7	6	6
Rhodophyta	8	-	7–8	-
Cryptophyta	-	8	-	-

На уровне классов специфичность таксономического состава также невелика. Наиболее сходны спектры ведущих классов равнинных участков и водохранилищ, головные их части (до шестого рангового места) идентичны полностью (табл. 48).

Три ведущих порядка также одинаковы для всех типов рек (табл. 49). Некоторая специфичность спектра ведущих порядков горных рек проявляется в том, что таксоны из Cyanophyta смещены к его нижней части. Ранговое место порядков из Cyanophyta в реках других типов – выше.

Таблица 48.

**Ранговые места классов в сложении фитопланктона участков
исследованных рек различного гидрологического типа**

Класс	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Pennatophyceae	1	1	1	1
Conjugatophyceae	2	2	3	2
Chlorophyceae	3	3	2	3
Hormogoniophyceae	4	5	4	4

Таблица 48. (окончание)

Класс	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Chrysophyceae	5	4	6	5
Chroococcophyceae	6	9	7	6
Xanthococcophyceae	7	10–11	10–11–12	8–9
Euglenophyceae	8	7–8	10–11–12	10
Centrophyceae	9	7–8	5	7
Xanthotrichophyceae	10	6	8–9	11
Dinophyceae	11	10–11	8–9	8–9
Chamaesiphonophyceae	12	12	-	12
Florieophyceae	13	-	10–11–12	-
Haptophyceae	14	-	-	-
Cryptophyceae	-	13	-	-

Таблица 49.

Ранговые места ведущих порядков в сложении фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа

Порядок	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Raphales	1	1	1	1
Desmidiaceae	2	2	3	2
Chlorococcales	3	3	2	3
Oscillatoriales	4	7–8–9	6–7–8	6–7
Ochromonadales	5	5	6–7–8	5
Nostocales	6	10–11	5	8
Araphales	7	4	4	4
Chroococcales	8	10–11	9	6–7
Heterococcales	9	-	-	9
Euglenales	10	7–8–9	-	-
Melosirales	-	-	6–7–8	-
Peridinales	-	-	10–11–12	10
Thalassiosirales	-	-	10–11–12	-
Tribonematales	-	6	10–11–12	-
Ulotrichales	-	7–8–9	-	-

Из таблицы 50 видно, что на уровне семейств таксономическая специфичность выделенных экологических типов увеличивается. Так, в горных реках среди ведущих семейств представители Суанорфута отсутствуют, но они есть в водоемах других типов. А в водохранилищах и равнинных реках они занимают высокие позиции в спектре семейств. Следует отметить также, что в фитопланктоне водохранилищ представители Chrysophyta занимают наиболее высокое ранговое место, в сравнении с другими выделенными типами.

Таблица 50.

Ранговые места ведущих семейств в сложении фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа

Семейство	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водоохранилища
Desmidiaceae	1	1	2–3	1
Naviculaceae	2	2	1	2
Oscillatoriaceae	3	-	7–8–9	4
Scenedesmaceae	4	8	6	-
Nitzschiaceae	5	4–5	7–8–9	7–8
Cymbellaceae	6	3	4	9
Closteriaceae	7	4–5	2–3	6
Dinobryonaceae	8–9	10–11	10–1–12	-
Fragilariaceae	8–9	6	5	3
Eunotiaceae	10	7	-	7–8
Synuraceae	-	-	-	5
Anabaenaceae	-	-	7-8-9	-
Gomphonemataceae	-	9	10–11–12	10
Selenastraceae	-	10–11	10–11–12	-

На уровне родов специфичность таксономического состава еще более возрастает. Роль таксонов из Суанорфута повышается еще более, чем на уровне семейств, в равнинных реках, водохранилищах и арктических устьях рек (табл. 51). В горных реках синезеленые отсутствуют среди ведущих родов, также как и в спектре ведущих семейств. Позиция родов из Chrysophyta в водохранилищах

повышается, в сравнении семейственным спектром, а в других типах водоемов – понижается. В число ведущих родов фитопланктона равнинных и горных рек представители золотистых не входят.

Таблица 51.

Ранговые места ведущих родов в сложении фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа

Род	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
<i>Cosmarium</i>	1	1	5–6	5–6
<i>Oscillatoria</i>	2–3	-	7–8	3
<i>Nitzschia</i>	2–3	4	5–6	5–6
<i>Scenedesmus</i>	4	9	9–10	-
<i>Navicula</i>	5	8	2–3	8–9–10–11
<i>Closterium</i>	6–7	3	1	1–2
<i>Cymbella</i>	6–7	2	2-3	8–9–10–11
<i>Staurastrum</i>	8	6–7	-	-
<i>Eunotia</i>	9	5	-	4
<i>Pinnularia</i>	10	6–7	-	8–9–10–11
<i>Mallomonas</i>	-	-	-	1–2
<i>Anabaena</i>	-	-	4	-
<i>Dinobryon</i>	-	-	7–8	-
<i>Synedra</i>	-	-	-	7
<i>Gomphonema</i>	-	10	9–10	8–9–10–11

Анализ важнейших флористических пропорций показывает, что их наибольшие значения характерны для равнинных рек (табл. 52). Это свидетельствует о наиболее благоприятных экологических условиях для развития фитопланктона в реках этого типа. Выпадение части видов и родов из фитопланктона устьев арктических рек обусловлено экстремальными экологическими условиями рек Заполярья. Следует также отметить, что наибольший показатель отношения числа видов Chlorophyta к Cyanophyta отмечен для горных рек.

Таблица 52.

**Важнейшие флористические пропорции фитопланктона участков
исследованных рек различного гидрологического типа**

Участки рек	Флористические пропорции					
	P/C	B/C	BP/C	BP/P	BP/B	3/C
Равнинные	2.3	10.3	13.0	4.5	1.3	2.6
Горные	2.1	7.6	8.8	3.6	1.2	7.3
Водохранилища	1.9	5.5	6.2	3.0	1.1	2.0
Арктические устья	1.9	4.7	5.3	2.5	1.1	3.1

Примечание: C – число семейств, P – число родов, B – число видов, BP – число видов и разновидностей, 3 – число видов Chlorophyta, C – число видов Cyanophyta.

О специфичности флоры фитопланктона выделенных экологических типов можно судить также по данным, представленным на таблице 53, из которой видно, что число общих для них таксонов невелико. Причем наибольшая часть повсеместных видов и разновидностей сосредоточена в двух отделах – диатомовых и зеленых водорослей.

Наиболее специфична флора равнинных рек (табл. 53), в водохранилищах и горных реках специфичных таксонов меньше. Флора планктона арктических устьев содержит наименьшее число редких таксонов, причем не только в абсолютном, но и в относительном выражении. Как видно из таблицы 53, доля специфичных видов и разновидностей от их общего количества также наименьшая именно в фитопланктоне арктических рек. В свете этих данных становится оправданным представление об устьях арктических рек как о естественном «аккумуляторе» фитопланктона стекающего к Океану, в котором за счет явления «подпора» происходит скапливание планктона верхних участков реки, вследствие чего его специфичность относительно низкая.

Таблица 53.

Число видов и разновидностей, специфичных и общих для флор фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа

Отдел	Число специфичных таксонов для участков				Число общих таксонов
	Равнинных	Горных	Арктических устьев	Водохранилищ	
Cyanophyta	101	1	-	36	5
Cryptophyta	-	1	-	-	-
Dinophyta	12	-	-	4	4
Chrysophyta	45	6	-	22	5
Xanthophyta	28	1	-	10	1
Bacillariophyta	230	41	12	20	61
Euglenophyta	22	-	-	2	1
Rhodophyta	2	-	-	-	-
Chlorophyta	227	43	7	23	36
Всего	667	93	19	117	113
Доля от общего числа таксонов для участка, %	52.9	18.0	7.2	25.7	-

Коэффициенты флористического сходства выделенных гидрологических типов невелики, наибольший обмен видами происходит между горными и равнинными участками рек (табл. 54).

Таблица 54.

Коэффициенты флористического сходства фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа

	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Равнинные	0.47	0.31	0.38
Горные		0.41	0.43
Арктические устья			0.41

Уровень количественного развития фитопланктона всех гидрологических типов водоемов относительно небольшой. Средние для каждого из них показатели численности и биомассы варьируют в небольших пределах (рис. 41). Наибольшая средняя численность характерна для фитопланктона равнинных рек. По уровню биомассы лидируют водохранилища и горные реки. Для горных рек нами уже была показана закономерность повышенных значений биомассы (см. главу 5), что обусловлено заносом водорослей из бентоса. Для равнинных рек и арктических устьев свойственно развитие мелко-клеточных планктонных форм, поэтому и биомасса фитопланктона меньше.

Говоря об исследованных водохранилищах необходимо отметить, что они разнотипны. Светлинское и Колымское водохранилища типично олиготрофные. Отмеченные для их планктона максимумы численности составляют соответственно 9.8 тыс. кл./л и 47.8 тыс. кл./л, биомассы – 0.031 мг/л и 0.037 мг/л. Для мезотрофного Виллойского водохранилища максимальные показатели выше – 498.0 тыс. кл./л и 1.38 мг/л [28].

В период заполнения Виллойского водохранилища в отдельных его заливах были отмечены пики развития синезеленых водорослей (численность до $4.8 \cdot 10^8$ кл./л, биомасса до 7800 мг/л) [104], которые являются абсолютным максимумом для фитопланктона крупных рек региона.

Основу численности биомассы фитопланктона в большинстве типов вод составляют диатомеи (рис. 41). Исключение составляют равнинные реки, где в сложении численности большая роль принадлежит мелкоклеточным синезеленым водорослям. Как исключение необходимо упомянуть также планктонные альгогруппировки водохранилищ, т. к. значительную долю их численности и биомассы составляют золотистые. Высока роль золотистых также и в количественных показателях развития фитопланктона арктических устьев рек. В планктоне других гидрологических типов вод на втором месте в сложении численности и биомассы (после диатомей) находятся зеленые водоросли.

Наибольшее количество доминантных видов характерно для планктона равнинных рек (табл. 55), что неудивительно учитывая их большую общую протяженность и разнообразие охватываемых биотопов.

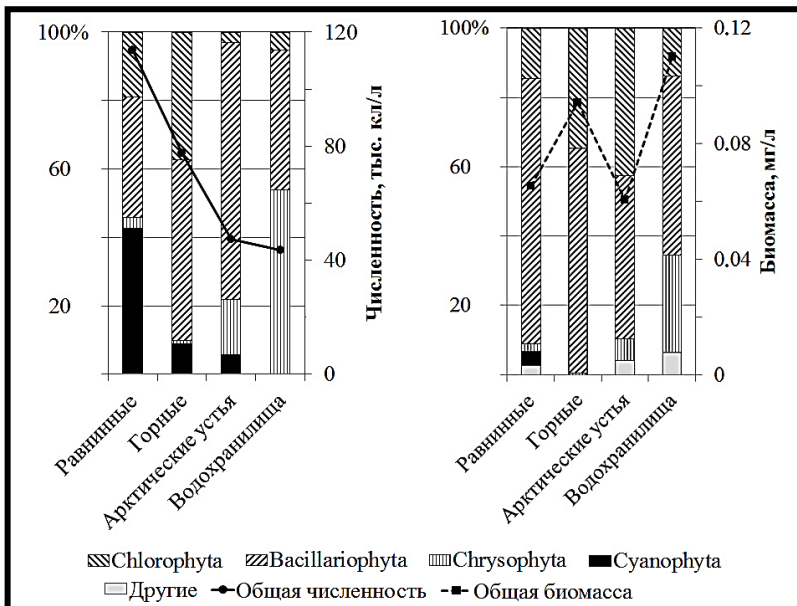


Рисунок 41. Изменение процентного соотношения численности и биомассы ведущих отделов водорослей, а также общих численности (слева) и биомассы (справа) фитопланктона рек различного гидрологического типа

Таблица 55.

Распределение числа доминантов фитопланктона участков исследованных рек различного гидрологического типа по отделам и основным экологическим группам

Отдел, экологическая группа	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Cyanophyta	3	-	-	-
Chrysophyta	5	1	2	2
Bacillariophyta	26	12	4	6
Chlorophyta	17	2	-	-

Таблица 55. (окончание)

Отдел, экологическая группа	Участки рек			
	Равнинные	Горные	Арктические устья	Водохранилища
Бентосные	8	5	-	1
Планктонно- бентосные	25	9	3	3
Планктонные	16	1	3	3
Космополиты	38	11	5	7
Бореальные	2	1	-	-
Альпийские и североальпийские	4	3	-	-

Для всех типов водоемов характерно преобладание среди доминантов диатомовых водорослей. Следует отметить, что бентосные формы характерны только для доминантов фитопланктона равнинных и горных рек, где выше вероятность заноса водорослей из обрастаний. Наименьшее число истинно–планктонных форм встречается среди доминантов планктона горных рек.

Основу доминирующего комплекса фитопланктона всех типов вод составляют космополиты (табл. 55). Лишь в горных и равнинных участках рек встречаются представители альпийской и аркто-альпийской флоры. Однако в планктоне устьев арктических рек они отсутствуют.

Важно отметить также, что для всех типов водоемов характерен высокий индекс биоразнообразия (Hb), его средние значения составляют для равнинных рек и водохранилищ – 3.79, для горных рек – 3.72. Это свидетельствует о сбалансированности планктонных сообществ водорослей. Тем не менее, в суровых условиях Заполярья, в устьях арктических рек, он принимал наименьшее значение – 3.08.

5.5.2. Фитопланктон рек различных бассейнов

Исследованные нами реки региона относятся к шести бассейнам (в ряду по уменьшению площади): Лены, Колымы, Индигирки, Яны, Оленёка и Анабара. Наиболее крупный из них – ленский, объединяющий кроме самой р. Лены еще шесть исследованных нами рек: Алдан, Амгу, Виллой, Витим, Олёкму и Чару.

Видовое богатство речного фитопланктона основных шести водосборных бассейнов Восточной Сибири повышается по мере увеличения их площади (табл. 56).

Таблица 56.

Видовое богатство потамофитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Отдел	Бассейны					
	Анабара	Оленёка	Индибирки	Яны	Колымы	Лены
Cyanophyta	39	26	17	32	26	163
Cryptophyta	-	-	-	-	1	-
Dinophyta	3	4	6	4	4	17
Chrysophyta	13	19	13	10	19	78
Xanthophyta	19	4	4	10	13	50
Bacillariophyta	80	66	110	168	143	355
Euglenophyta	-	3	11	7	12	26
Chlorophyta	65	118	101	97	186	427
Rhodophyta	1	-	-	1	-	4
Всего	220	240	262	329	404	1120

На уровне отдела специфичность таксономического состава фитопланктона различных водосборных бассейнов незначительна – в головной части спектров находятся Chlorophyta и Bacillariophyta, третье ранговое место занимает Cyanophyta (табл. 57).

Таблица 57.

Ранговые места отделов потамофитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Отдел	Бассейны					
	Анабара	Оленёка	Индибирки	Яны	Колымы	Лены
Chlorophyta	2	1	2	2	1	1
Bacillariophyta	1	2	1	1	2	2
Cyanophyta	3	3	3	3	3	3
Chrysophyta	5	4	4	4–5	4	4
Xanthophyta	4	5–6	7	4–5	5	5
Euglenophyta	-	7	5	6	6	6
Dinophyta	6	5–6	6	7	7	7
Rhodophyta	7	-	-	8	-	8
Cryptophyta	-	-	-	-	8	-

На уровне классов первые три ранговых места в таксономических спектрах фитопланктона пяти из исследованных бассейнов занимают представители зеленых и диатомовых водорослей, синезеленые не поднимаются выше четвертой позиции (табл. 58). Лишь в заполярном анабарском бассейне класс *Hormogoniophyceae* из синезеленых, выходит на третье место. Семейство *Chrysophyceae* из золотистых занимает четвертое или пятое ранговое место во всех флорах. Флора оленёкского бассейна отличается высокой позицией класса *Chlorophyceae*, который только здесь занимает первое ранговое место.

Таблица 58.

Ранговые места классов потамофитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Класс	Бассейны					
	Анабара	Оленёка	Индигирки	Яны	Колымы	Лены
<i>Pennatophyceae</i>	1	2	1	1	1	1
<i>Conjugatophyceae</i>	2	3	3	2	2	2
<i>Chlorophyceae</i>	4	1	2	3	3	3
<i>Hormogoniophyceae</i>	3	4–5	4–5	4	5	4
<i>Chrysophyceae</i>	5	4–5	4–5	5	4	5
<i>Chroococcophyceae</i>	9	6–7	9–10	10	7	6
<i>Xanthococcophyceae</i>	8	11–12–13	-	11	10	7
<i>Euglenophyceae</i>	-	9–10	6	7	6	8
<i>Centrophyceae</i>	7	6–7	7	8	9	9
<i>Xanthotrichophyceae</i>	6	9–10	9–10	6	8	10
<i>Dinophyceae</i>	11	8	8	9	11	11
<i>Chamaesiphonophyceae</i>	10	11–12–13	-	-	12–13	12
<i>Floriideophyceae</i>	12	-	-	12	-	13
<i>Haptophyceae</i>	-	11–12–13	-	-	-	14
<i>Cryptophyceae</i>	-	-	-	-	12–13	-

Ведущим порядком флоры всех исследованных бассейнов является *Raphales*, на втором месте – *Desmidiiales* (табл. 59). Только в бассейне р. Оленёк лидирует порядок – *Chlorococcales*, который во флорах других бассейнов не поднимается выше 3–го рангового места. Флора бассейна заполярной р. Анабар на уровне порядков выделяется высокой позицией

синезеленых: Oscillatoriales занимает 3–4 ранговые места. Флора янского бассейна отличается тем, что в головной части спектра порядков из трех ведущих позиций две занимают диатомеи (из порядков Raphales и Araphales).

Первую позицию в спектре ведущих семейств фитопланктона большинства бассейнов занимает Desmidiaceae (табл. 60). Лишь в янском бассейне семейство Desmidiaceae смещено на второе место представителем диатомей – семейством Naviculaceae, которое в трех из исследованных бассейнов находится на втором месте. Для флоры Анабара характерна повышенная роль синезеленых – здесь второе место занимает семейство Oscillatoriaceae. Кроме того, единственное семейство желтозеленых водорослей – Tribonemataceae, входит в число ведущих только во флоре анабарского бассейна. Для бассейна Оленёка специфично повышенное значение хлорококковых за счет семейства Scenedesmaceae, которое занимает второе место.

Таблица 59.

Ранговые места ведущих порядков потамофитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Отдел	Бассейны					
	Анабара	Оленёка	Индиگیری	Яны	Колымы	Лены
Raphales	1	2	1	1	1	1
Desmiales	2	3	2	2	2	2
Chlorococcales	5	1	3	4	3	3
Oscillatoriales	3–4	6	7	5	10	4
Ochromonadales	6	5	5	7–8	5	5
Nostocales	8	8	8–9	6	7–8	6
Araphales	3–4	4	4	3	4	7
Chroococcales	10–11	7	-	-	7–8	8
Heterococcales	9	-	-	-	-	9
Ulotrichales	10–11	9	10–11–12	9–10	-	10–11
Euglenales	-	-	6	9–10	6	10–11
Tribonematales	7	-	-	7–8	9	-
Chromulinales	-	10	-	-	-	-
Melosirales	-	-	10–11–12	-	-	-
Peridinales	-	-	8–9	-	-	-
Volvocales	-	-	10–11–12	-	-	-

Таблица 60.

**Ранговые места ведущих семейств потамофитопланктона
различных речных бассейнов Восточной Сибири**

Семейство	Бассейны					
	Анабара	Оленёка	Индиگیرки	Яны	Колымы	Лены
Desmidiaceae	1	1	1	2	1	1
Naviculaceae	5	10–11	2	1	2	2
Oscillatoriaceae	2	3–4	-	7	-	3
Scenedesmaceae	-	2	5	10	3	4
Nitzschiaceae	8–9	5–6–7	9–10	6	4	5
Cymbellaceae	10	8–9	4	4	5	6
Closteriaceae	3–4	8–9	6	5	7	7
Fragilariaceae	3–4	5–6–7	3	3	6	8
Eunotiaceae	7	-	9–10	8	-	9
Anabaenaceae	-	-	-	-	-	10
Selenastraceae	-	3–4	-	-	8–9	-
Dinobryonaceae	6	5–6–7	8	-	-	-
Euglenaceae	-	-	7	-	10	-
Tribonemataceae	8–9	-	-	-	-	-
Gomphonemataceae	-	-	-	9	8–9	-
Oocystaceae	-	10–11	-	-	-	-

В головной части спектра ведущих родов фитопланктона большинства исследованных бассейнов на первой и второй позиции находятся представители диатомовых и десмидиевых водорослей (табл. 61). Специфичность флоры, наметившаяся на более высоких таксономических уровнях, заключается в следующем. Арктическим элементом флоры является высокая позиция рода *Oscillatoria*, характерная для бассейна р. Анабар, который целиком расположен за Полярным Кругом. Для спектра ведущих родов фитопланктона анабарского бассейна специфично также наличие представителя желтозеленых – рода *Tribonema*. Это, очевидно, связано с влиянием флоры тундроболот, распространенных в верхней части бассейна.

Для флоры планктона р. Оленёк специфично большое значение хлорококковых, что, вероятно, обусловлено широким распространением торфяников в нижней части бассейна. Так, в число ведущих родов фитопланктона оленёцкого бассейна входит четыре представителя этого порядка, а в родовые спектры других бассейнов – лишь один (табл. 61).

Таблица 61.

Ранговые места ведущих родов потомафитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Род	Бассейны					
	Анабара	Оленёка	Индикирки	Яны	Колымы	Лены
<i>Cosmarium</i>	1–2	1	5–6–7–8	8	1	1
<i>Nitzschia</i>	8–9	4–5–6	5–6–7–8	4–5–6	2	2
<i>Navicula</i>	-	-	3	3	7	3
<i>Closterium</i>	1–2	3	2	2	6	4
<i>Cymbella</i>	6–7	4–5–6	1	1	4–5	5
<i>Scenedesmus</i>	-	2	9–10–11–12–13	-	3	6–7
<i>Staurastrum</i>	-	-	-	-	4–5	6–7
<i>Oscillatoria</i>	3–4	4–5–6	-	10	-	8
<i>Eunotia</i>	3–4	-	4	7	-	9
<i>Pinnularia</i>	10–11–12	-	5–6–7–8	4–5–6	8	10
<i>Synedra</i>	6–7	9–10–11	5–6–7–8	4–5–6	-	-
<i>Tribonema</i>	5	-	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium</i>	-	7–8	-	-	-	-
<i>Oocystis</i>	-	7–8	-	-	-	-
<i>Dinobryon</i>	8–9	9–10–11	9–10–11–12–13	-	-	-
<i>Coenochloris</i>	-	9–10–11	-	-	-	-
<i>Cosmoastrum</i>	10–11–12	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i> Ehr.	-	-	9–10–11–12–13	-	-	-
<i>Gomphonema</i>	10–11–12	-	9–10–11–12–13	9	9–10	-
<i>Stauroidesmus</i>	-	-	9–10–11–12–13	-	9–10	-

Высокое значение диатомей в планктонной флоре бассейна Индигирки проявляется на родовом уровне. Для флоры янского бассейна большая роль диатомовых характерна не только на уровне родов, но и семейств, а также порядков. Это, по-видимому, обусловлено низкой степенью прозрачности вод, свойственной двум этим рекам и высокой экологической пластичностью Bacillariophyta.

Сравнительный анализ основных флористических пропорций потамофитопланктона исследованных водосборных бассейнов показывает, что в самом крупном ленском бассейне складываются более благоприятные условия формирования региональной альгофлоры планктона рек (табл. 62). В наиболее экстремальных условиях среды оленёкского и анабарского бассейнов, целиком расположенных за Полярным Кругом, происходит выпадение значительной части видов, родов и семейств, а среднее число внутривидовых таксонов в видах принимает минимальные значения.

Таблица 62.

Важнейшие флористические пропорции потамофитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Бассейны	Флористические пропорции					
	P/C	B/C	BP/C	BP/P	BP/B	Z/C
Ленский	2.4	11.0	13.9	4.6	1.3	2.6
Колымский	2.1	6.8	7.8	3.3	1.1	7.2
Янский	1.8	5.9	6.9	3.3	1.2	3.0
Индигирский	1.9	5.6	6.4	2.9	1.1	5.9
Оленёкский	1.8	4.4	4.7	2.4	1.1	4.5
Анабарский	1.5	3.7	3.8	2.4	1.0	1.7

Примечание: C – число семейств, P – число родов, B – число видов, BP- число видов и разновидностей, Z – число видов Chlorophyta, C – число видов Cyanophyta.

Отношение числа видов Chlorophyta и Cyanophyta в большинстве бассейнов варьирует в узких пределах, лишь для колымского и индигирского водосборов этот показатель заметно выше. Наименьшее значение Z/C характерно для флоры заполярного бассейна р. Анабар (табл. 62).

Видов общих для всех бассейнов отмечено немного, причем большая часть из них это представители Bacillariophyta (табл. 63).

Наиболее специфичный видовой состав имеет фитопланктон рек ленского бассейна, он выделяется среди других бассейнов, как по абсолютному, так и по относительному количеству редких видов. Это, возможно, связано с тем, что бассейн Лены значительно превосходит другие водосборы Восточной Сибири по своей площади и по разнообразию экологических условий.

Таблица 63.

**Число видов и разновидностей, специфичных и общих для флор
потамофитопланктона различных речных бассейнов
Восточной Сибири**

Отдел	Число специфичных таксонов для бассейнов						Число общих видов
	Анабара	Оленёка	Индибирки	Яны	Колымы	Лены	
Cyanophyta	11	3	-	7	1	121	3
Cryptophyta	-	-	-	-	1	-	-
Dinophyta	1	2	1	-	1	16	1
Chrysophyta	2	5	2	1	5	59	2
Xanthophyta	8	-	-	1	2	31	-
Bacillariophyta	7	2	10	33	24	271	30
Euglenophyta	-	1	2	-	-	14	-
Rhodophyta	-	-	-	-	-	2	-
Chlorophyta	10	15	5	12	20	249	9
Всего	39	28	20	54	54	763	45
Доля от общего числа таксонов для бассейна, %	17.0	10.9	6.6	14.1	11.7	53.7	-

Коэффициенты флористического сходства (S) для исследованных бассейнов невелики. Как видно из таблицы 64 легче обмен видами происходит между смежными водосборами.

Таблица 64.

**Коэффициенты флористического сходства потамофитопланктона
различных речных бассейнов Восточной Сибири**

	Колымский	Янский	Индигирский	Оленёкский	Анабарский
Ленский	0.43	0.36	0.32	0.26	0.22
Колымский		0.47	0.52	0.41	0.29
Янский			0.54	0.35	0.28
Индигирский				0.47	0.33
Оленёкский					0.39

Следует отметить, что уровень развития фитопланктона всех бассейнов региона небольшой. Пределы колебаний средних показателей численности потамофитопланктона различных водосборных бассейнов региона довольно значительные (рис. 42). Самая высокая численность фитопланктона наблюдалась в колымском бассейне. Она снижалась в бассейнах рек Оленёк и Лена. Минимальные средние значения численности характерны для планктона бассейнов рек Яна, Анабар и Индигирка, которые отличаются высокой скоростью течения на больших по протяженности участках. Очевидно, снижение численности фитопланктона трёх речных бассейнов может быть связано с повышением скорости течения их рек, которое ингибирует развитие планктонных водорослей [89, 241].

Средняя для водосборов региона биомасса планктонных водорослей варьирует в относительно узких пределах (рис. 42), максимальными показателями характеризуются ленский и колымский бассейны. Относительно высокие показатели биомассы водорослей наблюдались в горных участках рек. Более высокие значения биомассы характерны для мезотрофного Вилюйского водохранилища [28]. Поскольку большая часть горных рек региона и Вилюйское водохранилище относятся к бассейну р. Лены, это обусловило повышенный средний показатель биомассы для ленского бассейна. Повышение биомассы фитопланктона в колымском бассейне обусловлено ее более высокими значениями в горном участке, а также пиком биомассы, отмеченном на равнинном участке Е р. Колымы, где в массе развивались синезеленые и зеленые водоросли (см. раздел 4.8).

Основу численности фитопланктона бассейнов Индигирки и Яны составляют диатомеи (рис. 42). Это, очевидно, обусловлено уже отмеченной выше низкой степенью прозрачности вод, свойственной двум этим рекам и высокой экологической пластичностью Bacillariophyta.

Доля диатомовых в численности фитопланктона других бассейнов также велика, но ниже чем в бассейне Яны и Индигирки. Зеленые и синезеленые водоросли также составляют значительную часть биомассы фитопланктона. Особенно высока пропорция синезеленых в оленёкском и колымском бассейнах, где большие по протяженности равнинные участки протекают по заболоченным низменностям. Основу биомассы фитопланктона всех исследованных бассейнов составляют диатомовые и зеленые водоросли (рис. 42).

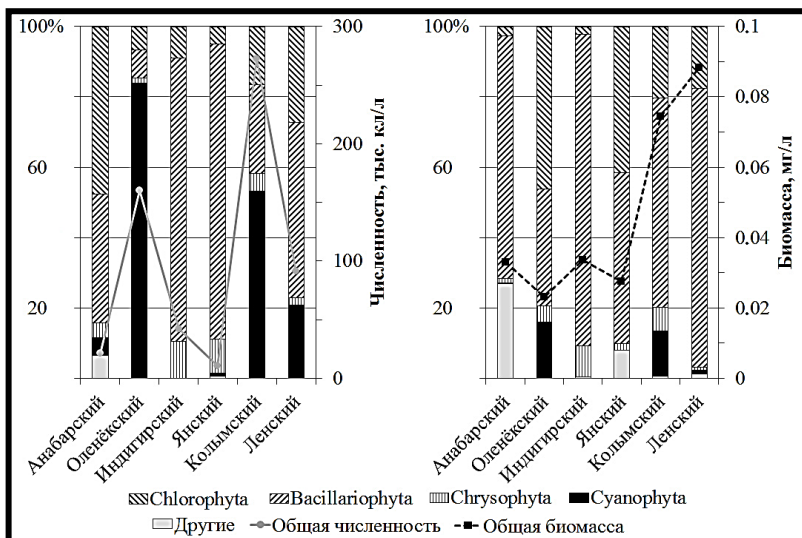


Рисунок 42. Доля ведущих отделов водорослей в общей численности (слева) и биомассе (справа) фитопланктона, а также абсолютные показатели количественного развития фитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири

Наиболее богатый видовой состав видов–доминантов характерен для фитопланктона ленского бассейна (табл. 65). Это определяется широким диапазоном экологических условий рек бассейна и большой его площадью. В составе доминантов фитопланктона всех исследованных водосборов преобладают диатомеи. Число планктонных и планктонно–бентосных форм выше, чем бентосных в составе доминантов всех бассейнов региона. Космополитные виды составляют основу комплекса доминантов. Однако в большинстве бассейнов, исключая колымский, среди доминантов отмечены представители альпийской и североальпийской флоры.

Таблица 65.

Распределение числа видов–доминантов потоамофитопланктона различных речных бассейнов Восточной Сибири по отделам и основным экологическим группам

Отдел, экологическая группа	Бассейн					
	Анабара	Оленёка	Индибирки	Яны	Колымы	Лены
Суанophyta	-	1	-	-	2	2
Chrysophyta	1	1	1	1	3	3
Vacillariophyta	11	6	8	4	7	26
Chlorophyta	3	2	1	-	-	14
Бентосные	4	2	4	1	1	6
Планктонно-бентосные	8	5	4	2	3	25
Планктонные	2	3	2	2	7	13
Космополиты	10	9	5	4	11	36
Бореальные	1	-	1	-	-	2
Альпийские и североальпийские	1	1	3	1	-	3

Высокий индекс биоразнообразия (Hb) характерный для фитопланктона Колымы – 4.22, Лены – 4.02, Яны – 3.78 и Индибирки – 3.64 свидетельствует о сбалансированности сообществ водорослей рек этих водосборов. Для бассейнов, целиком расположенных за Полярным Кругом, индекс Hb ниже. Для фитопланктона оленёкского бассейна индекс составляет 2.70, для бассейна р. Анабар – 2.68, что указывает на суровые экологические условия Заполярья.

5.6. Основные черты фитопланктона крупных рек Восточной, Средней и Западной Сибири

Для того, чтобы оценить степень изученности видового состава фитопланктона рек исследованного нами региона целесообразно сравнить видовое богатство наиболее изученных крупных рек соседних регионов. На таблице 66 приведены данные о таксономическом составе пяти наиболее крупных рек Сибири. Видно, что многолетние мониторинговые наблюдения за планктоном таких рек Западной Сибири как Енисей и Обь принесли сопоставимые по объему сведения о его видовом богатстве с реками Восточной Сибири соответствующими по протяженности и площади бассейна. Следовательно, полученные нами данные о видовом составе фитопланктона исследованных рек достаточно полные и пригодны для анализа.

Таблица 66.

Видовое богатство наиболее крупных рек Восточной и Западной Сибири (в скобках приведена площадь бассейна реки, тыс. км²)

Отдел	Обь (2990)	Енисей (2580)	Лена (2420)	Алдан (729)	Колыма (665)	Вилюй (454)
Cyanophyta	91	45	124	26	29	99
Cryptophyta	4	-	-	-	1	-
Dinophyta	18	9	9	4	5	16
Chrysophyta	37	21	47	11	20	48
Xanthophyta	17	9	30	9	13	28
Bacillariophyta	394	174	393	203	176	282
Euglenophyta	46	13	17	6	15	23
Chlorophyta	298	189	276	117	203	273
Rhodophyta	-	-	2	2	-	1
Всего	905	460	898	378	462	770

Диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, занимают первые три ранговые места во флоре планктона большинства исследованных нами рек. Они меняют лишь ранговый номер в соответствии с типом водоема или его географическим положением. Только для двух рек из всех исследованных нами – Чары и Олекмы, характерно вытеснение синезеленых золотистыми с третьего места в составе флоры фитопланктона на четвертое. Но это обусловлено влиянием на их флору горных забайкальских озер, в планктоне которых выявлено высокое видовое богатство золотистых водорослей [21].

Преобладание диатомовых и зеленых водорослей в таксономической структуре фитопланктона, характерное для всех исследованных нами рек, отмечено в водоемах Западной Сибири [237, 151, 152, 154, 156, 158, 212], Средней Сибири [114, 134, 174], Карелии [124, 218, 228] и Приморья [161].

Данные о сезонной динамике развития фитопланктона крупных рек Восточной Сибири имеются для участка средней Лены [46]. Согласно им, фитопланктону р. Лены характерен один летний максимум, также как для фитопланктона других крупных рек Сибири – Енисея [10], Оби [156] и Нижней Ангары [232], а также рек канадского субарктического сектора [260] и севера Англии [250].

Для горных рек Восточной Сибири нами отмечена характерная невысокая роль в таксономической структуре фитопланктона отдела синезеленых водорослей, и преобладание числа видов зеленых над синезелеными. Этот признак можно считать особенностью горно–бореальной реофильной альгофлоры, в отличие от горно–аридной [202]. Небольшая доля отдела синезеленых, была отмечена исследователями для флоры холодных, слабоминерализованных горных рек Алтае – Саянской горной области: Катуня [39, 135], Верхнего Енисея [139], рек Салаирского кряжа [201] и кузнецкого Алатау [199], а также Охото–Колымского нагорья [264]. Известно, что в горных реках, где степень минерализации выше, синезеленые поднимались на второе место в речной альгофлоре, уступая только диатомовым. Такое явление отмечено, например, в горных реках Средней Азии [112, 113, 147] и Грузии [221].

Исследованные нами водохранилища Восточной Сибири разнотипны. Олиготрофное Колымское водохранилище характеризуется тем, что общее количество видов его фитопланктона не увеличилось, в сравнении с этим же участком р. Колымы до затопления. Тогда как в мезотрофных [40, 227] и евтрофных [173] водохранилищах, исследователями отмечено значительное увеличение биоразнообразия фитопланктона, которое зафиксировано после зарегулирования речного стока. Еще одна характерная черта фитопланктона Колымского водохранилища – доминирование в его составе в летний период представителей рода *Dinobryon*. Такой же факт отмечен Л.А. Кухаренко [136] при изучении двух слабоминерализованных водохранилищ, образованных на горных реках Приморского края – Пионерском и Богатинском.

Светлинское водохранилище характеризуется большим влиянием на фитопланктон глубинного сброса придонных, холодных, лишенных водорослей вод, расположенного выше Вилюйского водохранилища. Фитопланктон верхней зоны Светлинского водохранилища очень обеднен. Его обогащение происходит постепенно по мере продвижения к нижней зоне, как за счет притоков, так и за счет развития автохтонного планктона. Такое же явление было отмечено исследователями в нижнем бьефе Красноярского водохранилища [174, 226].

Структура фитопланктона мезотрофного Вилюйского водохранилища очень сходна с таковой Красноярского. Фитопланктон обоих водохранилищ преимущественно диатомовый, в летний период на отдельных участках диатомово–синезеленый. Однако по уровню развития фитопланктона Вилюйское водохранилище уступает Красноярскому, численность первого варьирует в пределах $0.02 \cdot 10^6$ – $0.5 \cdot 10^6$ кл./л [181], второго – $0.9 \cdot 10^6$ – $8.8 \cdot 10^6$ кл./л [227].

Повышение обилия фитопланктона за счет диатомовых водорослей в устьях арктических рек в сравнении с вышерасположенными речными участками присуще также и низовьям Обь [156, 206, 207] и Енисей [175]. Это явление, по нашему мнению, обусловлено действием «подпора», влиянием приливов и общей резкой сменой гидрологических условий среды обитания потамопланктона в устьевой части арктических рек. Однако для р. Енисей исследователи склонны объяснять это возрастанием уровня вегетации в низовье, сезонным стоком фитопланктона реки, за счет уменьшения его в верхних районах. Наибольшее обилие фитопланктона в нижнем течении Оби за счет диатомовых водорослей объяснялось благоприятными для их развития гидрологическими и температурными условиями в устьевой области [207].

Очевидно, все высказанные объяснения этого явления в достаточной мере справедливы. Ведь условия среды в арктических устьях действительно меняются в сравнении с вышерасположенными участками рек, и при этом большее развитие получают именно диатомеи. А сток планктона с верхних участков реки и его «скапливание» в зоне подпора приводит к естественному «аккумулятиванию».

Большинство таких крупных рек Средней и Западной Сибири, как Обь, Иртыш, Енисей, Ангара зарегулированы. Тогда как реки Восточной Сибири преимущественно сохраняют естественный гидрологический режим. Уровень антропогенной нагрузки, включая влияние промышленности, сельского хозяйства и численности населения на реках Восточной Сибири также значительно ниже. Это обуславливает определенные отличия в развитии фитопланктона.

Основные признаки антропогенной трансформации, присущие сообществам фитопланктона крупных рек Западной и Средней Сибири, нехарактерны для исследованного нами региона. Так, для рек Енисей [175], Обь [157], Ангара [111] и Иртыш [13] характерно присутствие в числе доминантов фитопланктона мелкоклеточных видов рода *Stephanodiscus* Ehr., что, по мнению ряда авторов, является признаком антропогенного евтрофирования [12, 146, 156, 169, 170]. В планктоне рек Восточной Сибири в числе доминантов эти виды не зафиксированы.

Общий уровень биомассы и численности фитопланктона, отмеченный нами для исследованных рек варьирует в пределах 58.9–2475.5 тыс. кл./л и 0.0002–1.398 мг/л. Вегетация водорослей в планктоне других крупных рек Сибири, протекающих в более освоенных человеком регионах значительно выше. Например, в Иртыше численность фитопланктона по данным О.П. Баженовой [12] колеблется в пределах от 4.04 до 20.92 млн. кл./л, в Оби [156] биомасса в летний период варьирует в пределах 0.194–3.071 мг/л, в Енисее эти показатели меняются от 0.52 до 2.31 мг/л [175].

Заключение к главе

В составе планктона 12-ти наиболее крупных рек Восточной Сибири выявлено 1283 вида водорослей, представленных 1637 разновидностями, и принадлежащих к 264 родам, 108 семействам, 39 порядкам, 15 классам и 9 отделам. По числу видов преобладают зеленые – 478 (37.3 % общего состава), диатомовые – 410 (31.9 %), синезеленые – 182 (14.2 %) и золотистые – 96 (7.5 %). Желтозеленые (62 вида), эвгленовые (29) и динофитовые (21) менее разнообразны и составляют соответственно 4.8 %, 2.3 % и 1.6 % флоры. Из красных водорослей встречено 4 вида, из криптофитовых – один вид. Таким образом, основу флоры фитопланктона исследованных рек на 90.9 % составляют четыре отдела: Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta и Chrysophyta, что характерно для альгофлоры водоемов Берингии и Фенноскандии [85, 86, 125, 131, 160, 172, 215, 225, 240, 249, 265, 269].

Первые два ранговых места на уровне отделов занимают Bacillariophyta и Chlorophyta, что характерно для водоемов Северного полушария. На третьем ранговом месте в большинстве исследованных рек находятся синезеленые, кроме двух горных рек юга региона (рр. Олёкма и Чара), где на третью позицию выходят золотистые водоросли.

При анализе флоры на уровне внутривидовых таксонов видно, что количество политипных родов, содержащих 10 и более видов относительно невелико – 37 или 14 % родового спектра. Наиболее богаты по числу внутривидовых таксонов роды *Cosmarium* (97), *Navicula* (69), *Nitzschia* (56), *Pinnularia* (51) и *Closterium* (50). А количество родов с 1–2 внутривидовыми таксонами достигает 148 (56 %). Это, по мнению ряда авторов, характерно для альгофлоры высоких широт. Так, в альгофлоре водоемов Карелии монотипные роды составили 46 % их общего состава [125], во флоре планктона р. Оби – 58 % [156].

Сравнение основных пропорций флоры свидетельствуют о благоприятной ситуации для развития фитопланктона в более крупных реках региона, имеющих большие по протяженности равнинные участки и протекающих в среднетаежной зоне. В горных и заполярных реках экологические условия жестче.

Величина бассейна исследованных рек определяет уровень биоразнообразия фитопланктона, что подтверждается высоким, статистически значимым коэффициентом ранговой корреляции между этими параметрами.

Неблагоприятные экологические условия арктических рек способствовали более низкому видовому разнообразию и активности видов фитопланктона по сравнению с таковыми крупных «транзитных» рек с протяженными равнинными участками и южных рек региона.

Крупные равнинные реки характеризуются высоким числом специфичных таксонов, в менее протяженных реках, главным образом горных, их меньше. Повсеместные виды, отмеченные в планктоне всех исследованных рек, характеризуются мозаичным ареалом.

Экологический анализ флоры показал, что доля бентосных видов (32 %) в фитопланктоне исследованных рек велика, это свидетельствует о поступлении в планктон видов из донных местообитаний в условиях лотических водоемов. Однако она несколько меньше, чем доля факультативно и истинно планктонных видов (в сумме 34 %). Отношение числа планктонных и факультативно–планктонных видов к числу обрастателей для крупных рек обычно больше единицы [156, 174]. Для большинства исследованных рек региона этот показатель низкий, что обусловлено большой скоростью течения, а также некоторыми другими факторами, например преобладанием небольших глубин русла. Отношение ниже 1 характерно только для самых быстротекущих рек: Алдана, Чары и Яны. Наибольший этот показатель наблюдался у самой медленно текущей из рек региона – Амги, а также Витима, за счет флоры, формирующейся на затишном участке реки, расположенном в Муйско–Куандинской котловине.

Низкий уровень минерализации вод рек региона обуславливает преобладание галофобных видов над галофилами. Лишь в р. Амге, где показатель суммы солей наиболее высокий среди исследованных рек, доля галофилов несколько больше, чем галофобов. По отношению к активной реакции среды планктонная альгофлора рек региона складывается в основном индифферентами и алкалифилами, поскольку их рН воды меняется от нейтральной до слабощелочной.

Более половины исследованных рек характеризуются преобладанием флоры умеренного пояса над североальпийской. Обратная картина характерна только для пяти из исследованных рек, среди них арктические и горные реки: Оленёк, Индигирка, Витим, Олёкма и Чара.

При типизации рек региона и объединении различных их участков по характеру гидрологических условий в четыре основных типа: равнинные, горные, арктические устья и водохранилища установлено, что наиболее богат в видовом отношении фитопланктон равнинных участков. Обогащению видового состава фитопланктона равнинных участков способствуют их большие протяженность и площадь водосбора. Это в сочетании с разнообразием пересекаемых равнинными участками рек, почвенно–растительных зон и географических поясов, увеличивает разнообразие биотопов. Значительно меньше число видов водорослей планктона обнаружено в горных участках и водохранилищах. Наименьшее число видов отмечено в фитопланктоне устьев арктических рек, что отражает суровые условия среды обитания в Заполярье.

Специфичность таксономического состава различных типов водоемов наиболее ярко проявляется на родовом уровне. Отмечено, что в горных реках синезеленые отсутствуют среди ведущих родов, а в других типах водоемов наоборот – занимают ведущие позиции родовых спектров. Позиция родов из *Chrysophyta* в водохранилищах выше, в чем в арктических устьях. Представители золотистых водорослей не входят в число ведущих родов.

Анализ важнейших флористических пропорций показал, что состав фитопланктона равнинных рек формируется в наиболее благоприятных условиях. Экстремальные экологические условия водоемов Заполярья способствуют выпадению части видов и родов из фитопланктона устьев арктических рек. Наибольшее соотношение числа видов *Chlorophyta* и *Cyanophyta* выявлено для горных рек, что можно считать особенностью горно-бореальной реальной реофильной альгофлоры.

Наибольшим своеобразием отличается планктонная флора равнинных рек. Число специфичных таксонов в фитопланктоне снижается в ряду: водохранилища, горные реки, устьях арктических рек, что подтверждает представления об устьях рек как о естественном «аккумуляторе» фитопланктона стекающего к Океану [175], где происходит скапливание планктона верхних участков реки, вследствие чего его специфичность относительно низка.

Коэффициенты флористического сходства выделенных экологических типов невелики, наибольший обмен видами происходит между горными и равнинными участками рек.

При относительно небольшом уровне количественного развития фитопланктона исследованных рек, наибольшая средняя численность характерна для фитопланктона равнинных рек. По уровню биомассы лидируют водохранилища и горные реки. Повышенные значения биомассы фитопланктона горных рек обусловлены заносом водорослей из бентоса. Для равнинных рек и арктических устьев свойственно развитие мелкоклеточных планктонных форм, поэтому и биомасса фитопланктона меньше.

Высокий индекс биоразнообразия (H_b), характерный для всех типов исследованных рек, свидетельствует о сбалансированности планктонных сообществ водорослей. Однако, так как для арктических устьев индекс H_b наименьший, это видимо еще раз указывает на более суровые экологические условия Заполярья.

Сравнительный анализ альгофлор рек, выделенных по географическим признакам и объединенных по их принадлежности к водосбору, показал, что видовое богатство речного фитопланктона основных шести водосборных бассейнов Восточной Сибири повышается по мере увеличения их площади.

Арктическим признаком флоры является высокая позиция рода *Oscillatoria*, характерная для бассейна р. Анабар, который целиком расположен за Полярным Кругом. Для спектра ведущих родов фитопланктона анабарского бассейна характерно также наличие представителя желтозеленых – рода *Trigonema*. Это, очевидно, связано с влиянием флоры тундроболот, распространенных в верхней части бассейна.

Альгофлора планктона р. Оленек отличается большим разнообразием зеленых хлорококковых водорослей, что, вероятно, обусловлено широким распространением торфяников в нижней части бассейна. Так, в число ведущих родов фитопланктона оленёкского бассейна входит четыре представителя этого порядка, а в родовые спектры других бассейнов – лишь один.

Высокое разнообразие диатомей в планктонной флоре бассейна Индигирки проявляется на родовом уровне. Для флоры янского бассейна большая роль диатомовых характерна не только на уровне родов, но и семейств, а также порядков. Это, по-видимому, обусловлено низкой степенью прозрачности вод, свойственной двум этим рекам и высокой экологической пластичностью *Bacillariophyta*.

Сравнительный обзор основных флористических пропорций птамофитопланктона исследованных водосборных бассейнов показывает, что наиболее благоприятные экологические условия складываются в самом крупном ленском бассейне. Большой экстремальностью среды обитания фитопланктона отличаются оленёкский и анабарский бассейны, целиком расположенные за Полярным Кругом.

Наиболее специфичный видовой состав имеет фитопланктон рек ленского бассейна вследствие того, что бассейн Лены значительно превосходит другие водосборы Восточной Сибири по своей площади и по разнообразию экологических условий.

Коэффициенты флористического сходства для исследованных бассейнов невелики, обмен видами происходит между смежными водосборами.

Наибольшая средняя численность фитопланктона отмечена в реках колымского бассейна, а биомассы – ленского и колымского. Фитопланктон бассейнов рек Оленёк и Анабар, целиком расположенных за Полярным Кругом, характеризовался самым низким ценотическим разнообразием (по индексу H_b).

Крупные реки Восточной Сибири менее подвержены антропогенному прессу, нежели реки Западной и Средней Сибири, и сохраняют, в отличие от последних, преимущественно естественный гидрологический режим. В связи с этим, процессы евтрофирования, давно проявляющиеся в реках более освоенных человеком регионов Сибири, в исследованных нами реках не зафиксированы. Это проявляется как в составе доминирующих видов, так и в общем уровне развития фитопланктона.

ГЛАВА 6.

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИТОПЛАНКТОН КРУПНЫХ РЕК ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Основная цель данного раздела состоит в том, чтобы используя методы статистики, выявить факторы среды, в наибольшей степени влияющие на изменение основных показателей развития фитопланктона исследованных рек, т. е. на его пространственную структуру. В предыдущих разделах исследования для анализа структурных параметров фитопланктона были использованы группы наблюдений полученные априорно, на основе эмпирического деления (группирования) данных по географическому положению, морфометрическим и гидрологическим особенностям рек. Однако, очевидно, что существуют и некие скрытые, латентные группы наблюдений, которые невозможно выявить на основе объективных различий. Поиск таких латентных группировок – одна из задач статистического анализа. Не менее важной является задача, по возможности полнее охарактеризовать группы наблюдений, как по показателям фитопланктона, так и по параметрам окружающей среды.

В статистическом анализе использован массив данных, включающий 65 переменных, 62 из которых количественные, и 3 качественные дискретные группирующие переменные. Часть количественных переменных массива являются признаками фитопланктона, а другая часть – окружающей среды (табл. 67). Признаки фитопланктона объединены в четыре подгруппы, характеризующие видовое богатство, количественное развитие, флористические показатели и размерные характеристики водорослей. Показатели окружающей среды также сведены в пять подгрупп, характеризующих гидрологию, морфометрию, физико-химические показатели вод, параметры климата и географические координаты наблюдений. В массив включена только та часть наблюдений, по которым отсутствуют пропуски, которые недопустимы при статистической обработке данных. Таких наблюдений оказалось 303.

Таблица 67.

Переменные анализируемого массива данных

Группирующие признаки	Группа зависимых переменных (параметры фитопланктона)
VAR1A (реки)	Видовое богатство фитопланктона
VAR2A (пункт отбора проб)	VAR33 (число видов Cyanophyta)

Таблица 67. (продолжение)

Группирующие признаки	Группа зависимых переменных (параметры фитопланктона)
VAR3A (географическая приуроченность)	VAR34 (число видов Dinophyta)
Группа предикторов (параметры окружающей среды)	VAR35 (число видов Chrysophyta)
Гидрология	VAR36 (число видов Bacillariophyta)
VAR4 (средняя продолжительность отсутствия льда, сут.)	VAR37 (число видов Euglenophyta)
VAR5 (скорость течения, м/с)	VAR38 (число видов Chlorophyta)
VAR6 (температура воды, °С)	VAR39 (общее число видов)
VAR7 (прозрачность воды, м)	Показатели количественного развития фитопланктона
Морфометрия	VAR40 (численность Cyanophyta, кл./л)
VAR8 (озерность, %)	VAR41 (численность Dinophyta, кл./л)
VAR9 (густота речной сети, км/км ²)	VAR42 (численность Chrysophyta, кл./л)
VAR10 (глубина, м)	VAR43 (численность Bacillariophyta, кл./л)
Физико-химические показатели вод	VAR44 (численность Euglenophyta, кл./л)
VAR11 (рН, единицы)	VAR45 (численность Chlorophyta, кл./л)
VAR12 (O ₂ , мг/л)	VAR46 (биомасса Cyanophyta, мг/л)
VAR13 (CO ₂ , мг/л)	VAR47 (биомасса Dinophyta, мг/л)
VAR14 (Σсолей, мг/л)	VAR48 (биомасса Chrysophyta, мг/л)
VAR15 (NH ₄ , мг/л)	VAR49 (биомасса Bacillariophyta, мг/л)
VAR16 (NO ₂ , мг/л)	VAR50 (биомасса Euglenophyta, мг/л)
VAR17 (NO ₃ , мг/л)	VAR51 (биомасса Chlorophyta, мг/л)
VAR18 (PO ₄ , мг/л)	VAR52 (численность общая, кл./л)
VAR19 (P _{общ} , мг/л)	VAR53 (биомасса общая, мг/л)
VAR20 (Si, мг/л)	VAR54 (индекс биоразнообразия Шеннона по биомассе, единицы)

Таблица 67. (окончание)

Группирующие признаки	Группа зависимых переменных (параметры фитопланктона)
VAR21 (БПК ₅ , мг/л)	Флористические показатели фитопланктона
VAR22 (Fe _{общ} , мг/л)	VAR55 (константа пересечения)
Параметры климата	VAR56 (порядок гиперболы)
VAR23 (высота над уровнем моря, м)	VAR57 (роды/семейства)
VAR24 (среднегодовая температура, °С)	VAR58 (виды/семейства)
VAR25 (максимальная температура в летний период, °С)	VAR59 (подвиды/семейства)
VAR26 (минимальная температура в зимний период, °С)	VAR60 (виды/роды)
VAR27 (среднегодовые осадки, мм)	VAR61 (подвиды/роды)
VAR28 (осадки в жаркий квартал (сезон), мм)	Размерные показатели фитопланктона
VAR29 (осадки в холодный квартал (сезон), мм)	VAR62 (доля мелкоклеточной фракции по численности, %)
VAR30 (индекс динамики местообитаний, единицы)	VAR63 (доля мелкоклеточной фракции по биомассе, %)
Географические координаты	VAR64 (биомасса/численность)
VAR31 (градусов, с.ш.)	VAR65 (средний объем клетки, мкм ³)
VAR32 (градусов, в.д.)	-

Подобные массивы данных содержат значительный объём информации, который извлекается из них путём последовательного применения различных методов статистического анализа.

6.1. Кластеризация наблюдений и поиск латентных групп

Поскольку анализируемые признаки имеют разные масштабы и шкалы, для устранения доминирования отдельных признаков с максимальными числовыми значениями проведена процедура стандартизации. Для этого путём двух арифметических операций исходные признаки были преобразованы в признаки с нулевыми средними и единичными стандартными отклонениями. Для кластеризации использовалось евклидово расстояние с применением алгоритма

Варда, который обеспечивает минимальную вариацию расстояний в получаемых кластерах.

Результаты кластеризации наблюдений по переменным из группы параметров окружающей среды приведены на рисунке 43. Задача по определению количества выделенных кластеров для последующего анализа нетривиальна. Однако, очевидно, что чем большее количество кластеров будет выделено, тем меньше будет дисперсия межкластерного расстояния в этих кластерах, и соответственно менее интерпретируемы будут результаты кластеризации. На диаграмме видно, что порог межкластерных расстояний для данной модели находится на уровне 100 единиц, поэтому наиболее целесообразно выбрать 3 кластера с наименьшей дисперсией межкластерного расстояния.

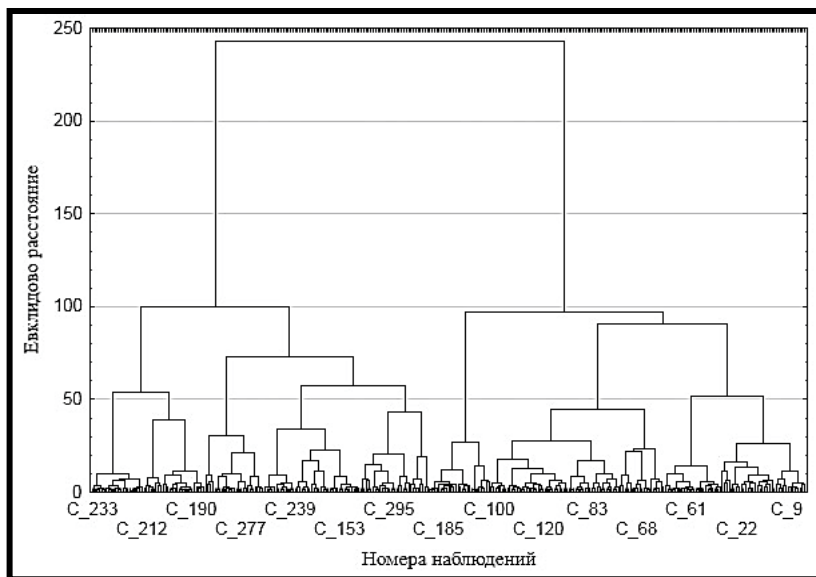


Рисунок 43. Диаграмма кластеризации наблюдений по параметрам окружающей среды

С применением метода k -средних рассчитаны значения евклидова расстояния (дистанции) между центрами трех кластеров и квадрат этого расстояния (табл. 68). Чем больше это расстояние, тем больше различие свойств пары кластеров. Таким образом, 1-й и 3-й кластеры имеют наибольшее различие между собой, а 2-й и 3-й кластеры ближе друг к другу по своим свойствам.

Таблица 68.

Евклидово расстояние (над диагональю) и квадрат расстояния (под диагональю) для центров кластеров выделенных по признакам окружающей среды

Номер кластера	№. 1	№. 2	№. 3
№. 1	0.00	0.77	1.45
№. 2	0.88	0.00	0.72
№. 3	1.20	0.85	0.00

В таблице 69 приводятся значения величин, используемых при сравнении средних значений между кластерами с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Это суммы квадратов дисперсий внутри кластеров и между кластерами. Наиболее важной в данной таблице является информация о значениях F–критерия Фишера и достигнутыми уровнями статической значимости для данной величины. Чем больше F–критерий, тем меньше величина уровня значимости, и тем больше различие средних значений. Данные ранжированы по убыванию F–критерия, таким образом, в верхней части таблицы расположены те признаки, по которым установлено максимальное различие между кластерами.

Таблица 69.

Данные о дисперсии переменных, кластеров выделенных по признакам окружающей среды

Переменная	Сумма квадратов между кластерами	Сумма квадратов внутри кластеров	F–критерий	Уровень значимости (p)
VAR31 (градусов, с.ш.)	223.44	78.56	426.63	0.00
VAR24 (среднегодовая температура, °C)	221.18	80.82	410.49	0.00
VAR25 (максимальная температура в летний период, °C)	212.29	89.71	354.96	0.00
VAR30 (индекс динамики местообитаний, единицы)	211.41	90.59	350.08	0.00
VAR4 (средняя продолжительность отсутствия льда, сут.)	190.78	111.22	257.28	0.00
VAR27 (среднегодовые осадки, мм)	177.93	124.07	215.12	0.00
VAR28 (осадки в жаркий квартал (сезон), мм)	170.66	131.34	194.92	0.00

Таблица 69. (окончание)

Переменная	Сумма квадратов между кластерами	Сумма квадратов внутри кластеров	F-критерий	Уровень значимости (p)
VAR32 (градусов, в.д.)	139.59	162.41	128.93	0.00
VAR9 (густота речной сети, км/км ²)	110.24	191.76	86.23	0.00
VAR12 (O ₂ , мг/л)	99.14	202.86	73.31	0.00
VAR17 (NO ₃ , мг/л)	89.87	212.13	63.54	0.00
VAR11 (pH, единицы)	87.87	214.13	61.55	0.00
VAR6 (температура воды, °C)	45.01	256.99	26.27	0.00
VAR23 (высота над уровнем моря, м)	41.38	260.62	23.82	0.00
VAR8 (озерность, %)	37.84	264.16	21.49	0.00
VAR26 (минимальная температура в зимний период, °C)	35.90	266.10	20.24	0.00
VAR14 (Σсолей, мг/л)	22.40	279.60	12.02	0.00
VAR21 (БПК ₅ , мг/л)	20.75	281.25	11.07	0.00
VAR20 (Si, мг/л)	7.88	294.12	4.02	0.02
VAR29 (осадки в холодный квартал (сезон), мм)	7.32	294.68	3.72	0.03
VAR22 (Fe _{общ} , мг/л)	6.97	295.03	3.54	0.03
VAR15 (NH ₄ , мг/л)	5.87	296.13	2.97	0.05
VAR18 (PO ₄ , мг/л)	4.42	297.58	2.23	0.11
VAR10 (глубина, м)	3.36	298.64	1.69	0.19
VAR5 (скорость течения, м/с)	2.34	299.66	1.17	0.31
VAR19 (P _{общ} , мг/л)	0.97	301.03	0.48	0.62
VAR16 (NO ₂ , мг/л)	0.86	301.14	0.43	0.65
VAR13 (CO ₂ , мг/л)	0.83	301.17	0.41	0.66
VAR7 (прозрачность воды, м)	0.81	301.19	0.40	0.67

Как видно из таблицы 69, кластеризация наблюдений, основанная на признаках окружающей среды (далее градации CIE_{Env}_1–3) образована: 1) различием географического положения (по широте), 2) параметрами климата, такими как показатели температуры воздуха и индексы динамики местообитаний, и 3) гидрологическими особенностями – средней продолжительностью отсутствия льда.

На рисунке 44 приведен график, отражающий взаимные расположения средних стандартизованных значений признаков по трем кластерам. По вертикальной оси откладываются средние значения стандартизованных величин, а по горизонтальной – номер признака. Использование стандартизованных величин позволяет наглядно увидеть их соотношение. Чем дальше на графике стандартизованные средние друг от друга, тем больше разница средних значений и у нестандартизованных (исходных) признаков.

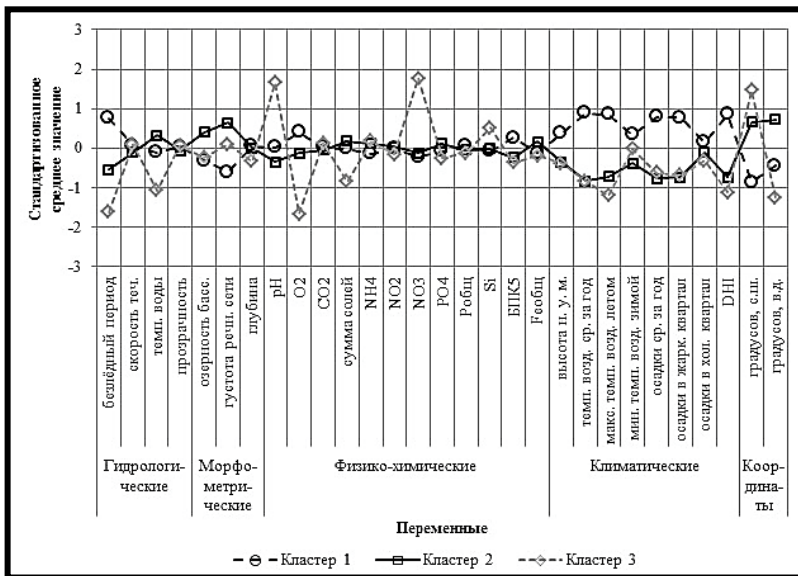


Рисунок 44. Средние стандартизованные значения признаков градации CIE_{Env}_1-3

Здесь легко выделить те признаки, по которым отличается каждый кластер. Так, третий кластер имеет отличия от двух первых по переменным Var 6, 11, 12, 17 и чуть меньше по Var 14, первый кластер от второго и третьего – по Var 24, 25, 27, 28, 30, 31, и все кластеры взаимно хорошо отличаются по Var 4, 9, 32. Следовательно, средние

наблюдений третьего кластера несколько выше других кластеров по рН и содержанию нитратов и ниже по температуре воды, продолжительности безледного периода, содержанию кислорода и сумме солей. Наблюдения первого кластера характеризуются наиболее благоприятными условиями по температуре воздуха, а также большим обилием осадков и повышенным индексом местообитаний. Также следует отметить, что все три кластера хорошо разделены по средним значениям географической широты, продолжительности отсутствия льда и густоте речной сети.

Кластеризация наблюдений была также проведена и по показателям фитопланктона. Ее результаты приведены на рисунке 45. На диаграмме видно, что у порога на уровне 140 единиц выделяется 2 кластера с наименьшей дисперсией межкластерного расстояния, которые наиболее пригодны для последующей интерпретации.

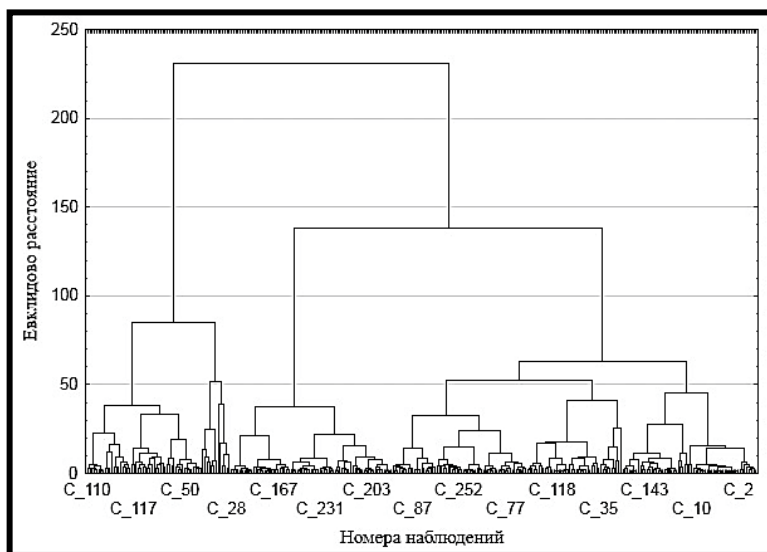


Рисунок 45. Диаграмма кластеризации наблюдений по параметрам окружающей среды

Рассчитанные с применением метода k -средних значения евклидового расстояния между центрами двух кластеров свидетельствуют о высокой степени различия их свойств (табл. 70).

Результаты сравнения средних значений кластеров с помощью однофакторного дисперсионного анализа приведены в таблице 71. Анализ ранжированных величин F -критерия позволяет выделить

переменные, по которым достигнуто максимальное различие между кластерами, выделенными по признакам фитопланктона (далее градация ClFito_1–2). Это, главным образом, общее видовое богатство фитопланктона и основные пропорции флоры, такие как отношения: подвиды/роды, роды/семейства, виды/роды, подвиды/семейства и виды/семейства; а также такие переменные как порядок гиперболы, константа пересечения и число видов Chlorophyta и Cyanophyta.

Таблица 70.

Евклидово расстояние (над диагональю) и квадрат расстояния (под диагональю) для центров кластеров выделенных по признакам фитопланктона

Номер кластера	№. 1	№. 2
№. 1	0.00	1.08
№. 2	1.04	0.00

Таблица 71.

Данные о дисперсии переменных, кластеров выделенных по признакам фитопланктона

Переменная	Сумма квадратов между кластерами	Сумма квадратов внутри кластеров	F-критерий	Уровень значимости (p)
VAR39 (общее число видов)	190.55	111.45	514.60	0.00
VAR38 (число видов Chlorophyta)	177.55	124.45	429.43	0.00
VAR58 (виды/семейства)	168.59	133.41	380.37	0.00
VAR59 (подвиды/семейства)	158.03	143.97	330.41	0.00
VAR55 (константа пересечения)	147.23	154.77	286.33	0.00
VAR33 (число видов Cyanophyta)	140.38	161.62	261.43	0.00
VAR60 (виды/роды)	130.93	171.07	230.39	0.00
VAR57 (роды/семейства)	126.42	175.58	216.71	0.00
VAR61 (подвиды/роды)	119.03	182.97	195.81	0.00

Таблица 71. (продолжение)

Переменная	Сумма квадратов между кластерами	Сумма квадратов внутри кластеров	F-критерий	Уровень значимости (p)
VAR56 (порядок гиперболы)	99.59	202.41	148.11	0.00
VAR54 (индекс биоразнообразия Шеннона по биомассе, единицы)	77.10	224.90	103.18	0.00
VAR36 (число видов Bacillariophyta)	70.36	231.64	91.43	0.00
VAR43 (численность Bacillariophyta, кл./л)	68.51	233.49	88.32	0.00
VAR65 (средний объем клетки, мкм ³)	62.77	239.23	78.98	0.00
VAR53 (биомасса общая, мг/л)	48.45	253.55	57.51	0.00
VAR34 (число видов Dinophyta)	40.50	261.50	46.61	0.00
VAR49 (биомасса Bacillariophyta, мг/л)	40.32	261.68	46.38	0.00
VAR45 (численность Chlorophyta, кл./л)	39.64	262.36	45.48	0.00
VAR37 (число видов Euglenophyta)	36.86	265.14	41.85	0.00
VAR52 (численность общая, кл./л)	17.21	284.79	18.19	0.00
VAR51 (биомасса Chlorophyta, мг/л)	14.81	287.19	15.52	0.00
VAR46 (биомасса Суанophyta, мг/л)	7.97	294.03	8.16	0.00
VAR62 (доля мелкоклеточной фракции по численности, %)	5.91	296.09	6.01	0.01
VAR40 (численность Суанophyta, кл./л)	3.55	298.45	3.59	0.06
VAR64 (биомасса/численность)	3.12	298.88	3.15	0.08
VAR35 (число видов Chrysophyta)	2.59	299.41	2.60	0.11
VAR50 (биомасса Euglenophyta, мг/л)	1.45	300.55	1.45	0.23
VAR42 (численность Chrysophyta, кл./л)	1.44	300.56	1.44	0.23
VAR44 (численность Euglenophyta, кл./л)	1.17	300.83	1.17	0.28
VAR41 (численность Dinophyta, кл./л)	0.16	301.84	0.16	0.69
VAR48 (биомасса Chrysophyta, мг/л)	0.10	301.90	0.10	0.76

Таблица 71. (окончание)

Переменная	Сумма квадратов между кластерами	Сумма квадратов внутри кластеров	F-критерий	Уровень значимости (p)
VAR47 (биомасса Dinophyta, мг/л)	0.01	301.99	0.01	0.90
VAR63 (доля мелкоклеточной фракции по биомассе, %)	0.01	301.99	0.01	0.93

На графике средних стандартизованных признаков (рис. 46) видно, что в группе наблюдений ClFito_1 значения переменных Var 33, 38, 39, 55–61 существенно выше, чем в группе ClFito_2. Следовательно, в первом кластере, в среднем по наблюдениям, выше общее число видов в пробе, и видовое богатство Суанophyta и Chlorophyta, а также выше все флористические показатели фитопланктона.

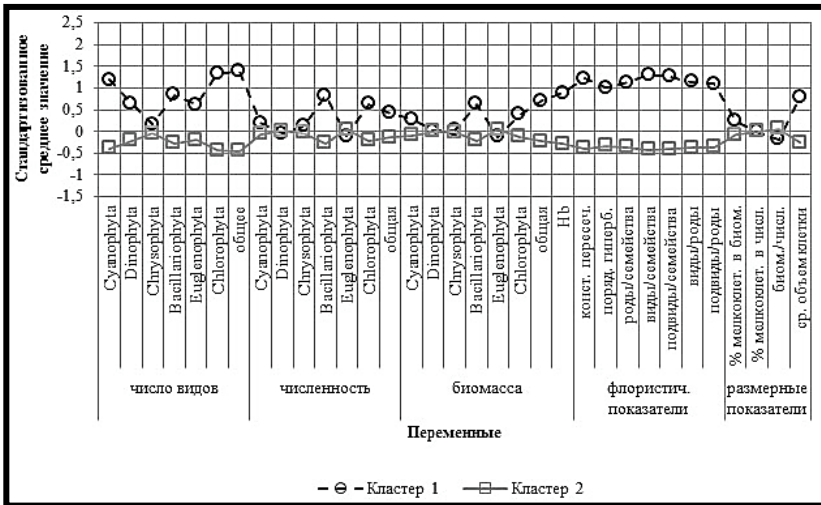


Рисунок 46. Средние стандартизованные значения признаков градации ClFito_1-2

Географическое расположение наблюдений кластеризованных по признакам окружающей среды и по признакам фитопланктона показано на рисунках 47 и 48. Видно, что наблюдения большинства исследованных рек отнесены целиком к одному из кластеров, разделение между кластерами произошло преимущественно у наиболее протяженных транзит-

ных рек Лены и Колымы. Это объясняется их большой протяженностью и значительным различием условий среды на различных их участках.

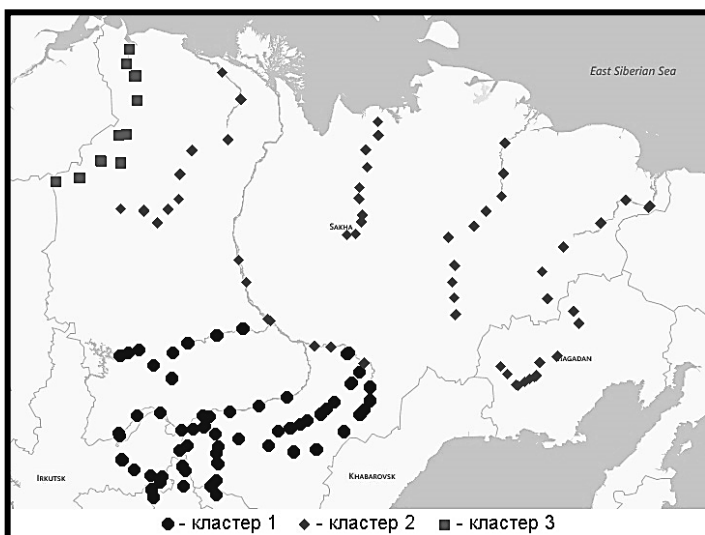


Рисунок 47. Наблюдения классифицированные по градации CIE_{env}_1-3

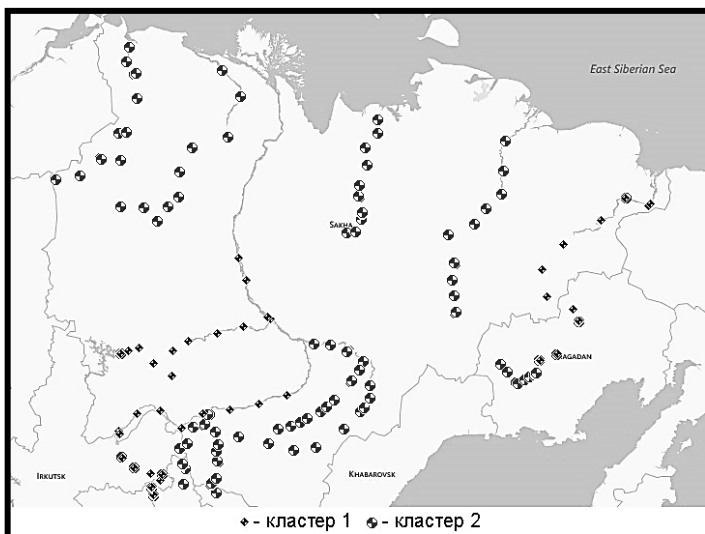


Рисунок 48. Наблюдения классифицированные по градации CIF_{ito}_1-2

Резюмируя, следует отметить, что в градации CIE_{env_1-3} выделены крупные южный и северный кластеры, а в третий кластер выделены все наблюдения по р. Анабар. Причем Анабар самая северная из исследованных рек, т. к. ее исток расположен севернее, чем у любой из рек региона, протекающей в меридиональном направлении. Таким образом, очевидно, что кластеризация прошла по градиенту усиления неблагоприятных свойств среды от 1-го кластера к 3-му. Кластеризация в градации CIF_{ito_1-2} прошла таким образом, что в первом кластере объединились наблюдения рек центра и юго-запада региона с северо-востоком. Во втором кластере локализованы реки арктической зоны вместе с реками южной горной части региона, причем именно в этом кластере отмечено меньшее видовое богатство и низкие флористические пропорции.

6.2. Анализ сопряженности качественных переменных и проверка гипотезы о нормальности количественных переменных исследуемого массива

Для анализа сопряженности градаций качественных группирующих переменных был применен V-критерий Крамера – разновидность меры ассоциации качественных признаков меняющийся от 0 до 1. Результаты анализа приведены в таблице 72. Видно, что уровни значимости менее 5 %, следовательно, все пары признаков имеют статистически значимые связи. Причем большинство связей имеет высокую интенсивность, что выражается в больших значениях V-критерия Крамера. Исключение составляет лишь связь между градациями кластеров окружающей среды и фитопланктона. Таким образом, связь между ними статистически значима, но имеет невысокую интенсивность.

Таблица 72.

Результаты анализа сопряженности пар качественных признаков

Название первого признака	Название второго признака	Значение достигнутого уровня значимости «р»	Величина V-критерия Крамера
VAR1A	VAR3A	<0.0001	1.00
	CIEnv_1-3	<0.0001	0.96
	CIFit_1-2	<0.0001	0.86
VAR3A	CIFit_1-2	<0.0001	0.80
	CIEnv_1-3	<0.0001	0.77
CIEnv_1-3	CIFit_1-2	0.0229	0.20

Примечание: в таблице приведены сокращенные названия следующих градаций – VAR1A (реки), VAR3A (географическая приуроченность), CIEnv_1-3 (кластеры наблюдений окружающей среды), CIFit_1-2 (кластеры наблюдений фитопланктона).

Результаты проверки гипотезы о нормальности сведены в таблице 73. Всего было проверено 1426 нулевых гипотез, и лишь пятая их часть была принята. Наибольший процент принятых гипотез относится к градации «Реки», наибольший процент отвергнутых нулевых гипотез – к градации кластеры фитопланктона.

Таблица 73.

Результаты проверки нормальности

Группирующий признак	Количество подгрупп сравнения	Число количественных признаков	Общее количество проверяемых гипотез нормальности	Число принятых гипотез нормальности	Процент принятых гипотез нормальности
VAR1A	12	62	744	195	26.2
VAR3A	6	62	372	51	13.7
CIEnv_1–3	3	62	186	15	8.1
CIFito_1–2	2	62	124	6	4.8

Примечание: сокращения см. в таблице 72.

Поскольку в 80 % случаев нулевая гипотеза нормальности отвергалась, то сравнение групп по отдельным количественным признакам проводилось с использованием непараметрических критериев. В частности, использовались критерии Ван дер Вардена, Краскела–Валлиса и медианный критерий.

Общий вывод, который необходимо сделать по результатам анализа сопряженности и проверки гипотезы нормальности свидетельствует о том, что для интерпретации связей качественных переменных, а также учёта их связей с набором количественных показателей, необходимо использовать метод логистической регрессии.

6.3. Логистический регрессионный анализ

Логистический регрессионный анализ был применен с целью охарактеризовать выделенные нами кластеры (латентные группы наблюдений), и априорные эмпирические группы, такие как исследованные реки и географические приуроченности. Логит–регрессия позволяет также определить, с какими параметрами наиболее тесно связаны эти группирующие переменные. При этом отдельная группирующая переменная выступает здесь как зависимая, или иначе – отклик, а другие параметры – как предикторы. Модели логит–регрессии построены нами на разных наборах предикторов и с применением двух

алгоритмов анализа – пошаговым отбором предикторов и их обратным исключением. Показателем качества модели является процент конкордации. Этот показатель равен доле наблюдений, правильно переклассифицированных в отдельные подгруппы зависимого показателя с помощью уравнения логистической регрессии. Чем ближе этот показатель к 100 %, тем выше качество данной модели. Сила связи между фактической принадлежностью к анализируемым подгруппам зависимого признака, и принадлежностью предсказанной по уравнению логит–регрессии, оценивается специальным коэффициентом, аналогом коэффициента корреляции для дискретных признаков, называемым коэффициентом D–Зомера. Данный показатель равен 0 при полном несовпадении, и 1 при полном совпадении. Весьма важными показателями являются стандартизованные регрессионные коэффициенты. Чем больше модуль такого коэффициента, тем сильнее его влияние на зависимую переменную. Таким образом, есть возможность ранжировать предикторы по их степени влияния. Итог анализа предполагает сравнение дескриптивных статистик, например, групповых средних внутри классов зависимой переменной.

На первой стадии логистического регрессионного анализа в качестве зависимой переменной включены три кластера выделенные по показателям окружающей среды. Все примененные алгоритмы анализа и достигнутые по ним проценты конкордации и коэффициенты D–Зомера сведены в таблицу 74. Наиболее качественная модель получена при анализе всех переменных одновременно с применением алгоритма обратного исключения. Достигнутый при этом коэффициент конкордации максимален, что говорит о полностью верной переклассификации наблюдений. Это подтверждает и максимальный коэффициент D–Зомера, свидетельствующий о полном совпадении фактической и предсказанной принадлежности наблюдений к анализируемым кластерам.

Таблица 74.

**Основные результаты построения моделей логит–регрессии
для переменной CIEpv_1–3**

Использованный алгоритм	Набор предикторов	Процент конкордации	Коэффициент D–Зомера
пошаговый отбор	все переменные (VAR1A–65)	86.1	0.724
обратное исключение	все переменные (VAR1A–65)	100.0	1.000

Таблица 74. (окончание)

Использованный алгоритм	Набор предикторов	Процент конкордации	Коэффициент D–Зомера
пошаговый отбор	показатели окружающей среды и группирующие переменные (VAR1A,3A,4–32)	99.9	0.998
пошаговый отбор	показатели фитопланктона и группирующие переменные (VAR1A,3A,33–65)	94.7	0.905
пошаговый отбор	показатели фитопланктона (VAR33–65)	95.7	0.916

Ниже приведены шесть предикторов, вошедших в модель уравнения логистической регрессии с максимальным достигнутым процентом конкордации (табл. 75). В таблице указаны коэффициенты, вошедшие в уравнение оценки вероятности принадлежности наблюдения к градации CIE_{env}_1–3, приведены достигнутые уровни значимости. Предикторы ранжированы по модулю стандартизованных коэффициентов, максимальные из которых принадлежат основным флористическим пропорциям фитопланктона.

Таблица 75.

Предикторы–члены уравнения логистической регрессии с наибольшей конкордацией для переменной CIE_{env}_1–3

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
Свободный член 1	163.2	0.0007	-
Свободный член 2	205.3	0.0004	-
VAR59 (подвиды/семейства)	-252.5	0.0009	-234.5
VAR61 (подвиды/роды)	574.5	0.0006	211.2
VAR58 (виды/семейства)	300.9	0.0008	210.3

Таблица 75. (окончание)

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
VAR60 (виды/роды)	-710.2	0.0005	-181.8
VAR24 (Среднегодовая температура)	5.7	0.0007	9.8
VAR9 (Густота речной сети, км/км ²)	-30.5	0.0009	-3.1

Любопытно, что кластеры выделенные на основании показателей окружающей среды оказались наиболее тесно связаны именно с параметрами фитопланктона. Таким образом, величины четырёх флористических пропорций, включенных в таблицу 76, определяют различия между тремя кластерами наблюдений окружающей среды. В таблице кластеры ранжированы по средним значениям флористических пропорций рассчитанным по наблюдениям внутри каждого кластера. Видно, что наименьшие групповые средние для всех четырех показателей характерны для самого северного третьего кластера.

Таблица 76.

Значения групповых средних для флористических пропорций фитопланктона для переменной CIE_{Env}_1–3

Градация CIE_{Env}_1–3	VAR58 (виды/семейства)	VAR59 (подвиды/семейства)	VAR60 (виды/роды)	VAR61 (подвиды/роды)
CIE _{Env} _2	5.862	6.711	3.018	3.454
CIE _{Env} _1	5.808	6.675	3.006	3.451
CIE _{Env} _3	3.67	3.82	2.391	2.489

На следующей стадии анализа зависимая переменная – это градация кластеры наблюдений фитопланктона. Как видно из таблицы 77, все полученные модели логит–регрессии имеют высокий процент конкордации. Обсудим модели с наивысшим процентом конкордации и коэффициентом D–Зомера.

Таблица 77.

**Основные результаты построения моделей логит–регрессии
для переменной ClFito_1–2**

Использованный алгоритм	Набор предикторов	Процент конкордации	Коэффициент D–Зомера
пошаговый отбор	все переменные (VAR1A–65)	97.0	0.942
обратное исключение	все переменные (VAR1A–65)	99.9	0.999
пошаговый отбор	показатели окружающей среды и группирующие переменные (VAR1A,3A,4–32)	99.6	0.992
пошаговый отбор	показатели окружающей среды (VAR4–32)	96.7	0.933
пошаговый отбор	показатели фитопланктона и группирующие переменные (VAR1A,3A,33–65)	97.0	0.942
обратное исключение	показатели фитопланктона (VAR33–65)	99.9	0.999

Таких моделей две, они получены с применением алгоритма обратного исключения переменных. В первом случае в анализе использовались все переменные, во втором – только параметры фитопланктона. В уравнения логистической регрессии в обеих моделях вошли одинаковые предикторы, их регрессионные и стандартизованные коэффициенты, и достигнутые уровни значимости также не отличались (табл. 78).

Таблица 78.

Предикторы–члены уравнений логистической регрессии с наибольшей конкордацией для переменной ClFito_1–2

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
VAR39 (Общее число видов)	0.22	0.0021	3.59
VAR55 (константа пересечения)	0.55	0.0043	3.28
VAR56 (порядок гиперболы)	33.48	0.0035	2.37

Таким образом, наиболее тесную связь с градацией кластеров наблюдений фитопланктона обнаружили три переменные, это общее видовое богатство фитопланктона и два флористических показателя, производных от кривых Виллиса, построенных на соотношении числа родов и видов. Параметры "общее число видов" и "константа пересечения" имеют близкие по величине стандартизованные коэффициенты. Значение третьего предиктора "порядок гиперболы" ниже. Следовательно, различия между двумя кластерами наблюдений фитопланктона наиболее сильно определяются числом видов в пробе и константой пересечения кривой Виллиса.

Как видно из таблицы 79, первый кластер характеризуется большим числом видов, т. к. среднее значение этого параметра для первого кластера более чем двукратно превышает таковое для второго кластера. Константа пересечения также выше в первом кластере.

Таблица 79.

Значения групповых средних для предикторов отобранной модели логит–регрессии для переменной ClFito_1–2

Градации ClFito_1–2	VAR39 (Общее число видов)	VAR55 (константа пересечения)	VAR56 (порядок гиперболы)
ClFito_1	97.72	67.74	-1.41
ClFito_2	43.20	50.32	-1.58

Целесообразно также рассмотреть модель уравнения, полученную при пошаговом отборе переменных с использованием показателей окружающей среды, с включением двух группирующих переменных: Var1A и Var3A. Данная модель имеет достаточно высокую конкордацию – 99.6 % и большой коэффициент D–Зомера – 0.992. Предикторы вошедшие в уравнение логит–регрессии и ранжированные по стандартизованным коэффициентам представлены в таблице 80.

Таблица 80.

Предикторы–члены уравнения логистической регрессии с наибольшей конкордацией для переменной ClFito_1–2

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
Свободный член 1	-25.75	0.0215	-
VAR3A (географическая приуроченность)	10.32	<0.0001	9.53
VAR9 (густота речной сети, км/км ²)	-47.20	<0.0001	-4.82
VAR12 (O ₂ , мг/л)	-2.97	0.0001	-2.20
VAR27 (средне-годовые осадки, мм)	0.05	0.0039	1.82
VAR28 (осадки в жаркий квартал (сезон), мм)	0.06	0.0206	1.27

При поиске наиболее сильных связей зависимой переменной «кластеры наблюдений фитопланктона» с предикторами из числа параметров окружающей среды выявлено два наиболее значимых – географическая приуроченность и густота речной сети. Рассмотреть групповые средние возможно для количественного параметра – густота речной сети (табл. 81). Таким образом, среди факторов окружающей среды сильнее определяет различие между двумя кластерами фитопланктона параметр густоты речной сети, его средний показатель выше во втором кластере.

Таблица 81.

Значения групповых средних для предикторов отобранной модели логит–регрессии для переменной ClFito_1–2

Градации ClFito_1–2	VAR9 (Густота речной сети, км/км ²)
ClFito_1	0.39
ClFito_2	0.49

Следующая стадия анализа в качестве зависимой переменной включает группирующий признак VAR1A с градацией по рекам. Получено две модели логит–регрессии, качество которых равноценно и подтверждено максимальной конкордацией и коэффициентом D-Зомера (табл. 82).

Таблица 82.

Основные результаты построения моделей логит–регрессии для переменной VAR1A (реки)

Использованный алгоритм	Набор предикторов	Процент конкордации	Коэффициент D–Зомера
пошаговый отбор	все переменные (VAR1A–65)	100.0	1.0
обратное исключение	все переменные (VAR1A–65)	100.0	1.0

Предикторы, вошедшие в уравнения логистической регрессии в обеих моделях идентичны. Регрессионные и стандартизованные коэффициенты также одинаковы в обеих моделях, а уровень значимости не превышает 0.0001 (табл. 83).

Таблица 83.

Предикторы–члены уравнений логистической регрессии

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
Свободный член 1	-13140.5	<0.0001	
Свободный член 2	-13126.5	<0.0001	
Свободный член 3	-13117.2	<0.0001	

Таблица 83. (окончание)

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
Свободный член 4	-13109.2	<0.0001	
Свободный член 5	-13103.3	<0.0001	
Свободный член 6	-13095.9	<0.0001	
Свободный член 7	-13088	<0.0001	
Свободный член 8	-13080	<0.0001	
Свободный член 9	-13071.5	<0.0001	
Свободный член 10	-13063	<0.0001	
Свободный член 11	-13053	<0.0001	
VAR58 (виды/семейства)	-7009.5	<0.0001	-4897.7
VAR59 (подвиды/семейства)	3905.8	<0.0001	3627.0
VAR60 (виды/роды)	13983.2	<0.0001	3580.2
VAR61 (подвиды/роды)	-7885	<0.0001	-2898.5
VAR57 (роды/семейства)	6671.2	<0.0001	647.6
VAR3A (географическая приуроченность)	46.1	<0.0001	42.5
VAR55 (константа пересечения)	5.5	<0.0001	32.9
VAR56 (порядок гиперболы)	457.2	<0.0001	32.4
VAR4 (средняя продолжительность отсутствия льда, сут.)	2.6	<0.0001	16.9

Видно, что в уравнение вошли 9 предикторов, следовательно наибольшее влияние на градацию «Реки» оказывают главным образом флористические пропорции фитопланктона, а кроме того и некоторые показатели связанные с условиями окружающей среды: географическая приуроченность и величина безледного периода. Максимальные модули стандартизованных коэффициентов имеют четыре признака, это

следующие отношения: виды/семейства, подвиды/семейства, виды/роды, подвиды/роды. Таким образом, различия между наблюдениями исследованных рек наиболее полно выражены именно в этих четырех флористических пропорциях. Ранжировав реки по групповым средним этих четырех переменных, легко увидеть, что их максимальные значения характерны для флоры двух наиболее крупных, транзитных рек – Лены и Колымы, а также для р. Вилюй, протекающей в широтном направлении в центральной части исследованного региона (табл. 84). Наименьшие средние значения у рек заполярья – Анабар и Оленёка.

Таблица 84.

Значения групповых средних для флористических пропорций фитопланктона

Реки	VAR58 (виды/семейства)	VAR59 (подвиды/семейства)	VAR60 (виды/роды)	VAR61 (подвиды/роды)
Лена	8.31	10.44	3.89	4.88
Вилюй	7.82	9.28	3.82	4.53
Колыма	6.85	7.83	3.26	3.73
Витим	6.20	6.90	2.93	3.26
Яна	5.88	6.86	3.26	3.80
Алдан	5.57	6.52	3.14	3.67
Индигирка	5.57	6.40	2.88	3.31
Чара	5.05	5.85	2.74	3.17
Олёмка	4.94	5.28	2.50	2.67
Оленёк	4.36	4.69	2.38	2.55
Амга	4.24	4.65	2.48	2.72
Анабар	3.67	3.82	2.39	2.49

На заключительной стадии анализа в качестве зависимой переменной была включена градация групп наблюдений по их географической приуроченности. Из таблицы 85 видно, что обе полученные модели логит–регрессии имеют максимальный процент конкордации и коэффициент D–Зомера. Это свидетельствует о том что все наблюдения были переклассифицированы полностью верно, и качество уравнений логистической регрессии не вызывает сомнений.

Таблица 85.

Основные результаты построения моделей логит–регрессии для переменной VAR3A (географическая приуроченность)

Использованный алгоритм	Набор предикторов	Процент конкордации	Коэффициент D-Зомера
пошаговый отбор	все переменные (VAR1A–65)	100.0	1.0
обратное исключение	все переменные (VAR1A–65)	100.0	1.0

Набор предикторов, вошедших в эти два уравнения логит–регрессии незначительно отличается (таблицы 86 и 87). Однако можно видеть, что максимальные модули стандартизованных коэффициентов – у всё тех же четырех флористических пропорций.

Таблица 86.

Предикторы–члены уравнения логистической регрессии с алгоритмом пошагового отбора

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
Свободный член 1	-526.7	0.1710	
Свободный член 2	-512.8	0.1819	
Свободный член 3	-501.3	0.1916	
Свободный член 4	-489.5	0.2007	
Свободный член 5	-479.1	0.2105	
VAR58 (виды/семейства)	-1064.6	0.0004	-743.9
VAR59 (подвиды/семейства)	774.8	0.0002	719.5
VAR61 (подвиды/роды)	-1744.5	<0.0001	-641.3
VAR60 (виды/роды)	2368.9	0.0001	606.5
VAR57 (роды/семейства)	403.3	0.0289	39.2
VAR4 (средняя продолжительность отсутствия льда, сут.)	-1.5	<0.0001	-9.7
VAR56 (порядок гиперболы)	75.3	<0.0001	5.3
VAR32 (градусов, в.д.)	-0.4	0.0022	-2.8

Таблица 87.

**Предикторы-члены уравнения логистической регрессии
с алгоритмом обратного исключения**

Параметр	Регрессионный коэффициент	Уровень значимости	Стандартизованный коэффициент
Свободный член 1	-3418.2	<0.0001	
Свободный член 2	-3404.5	<0.0001	
Свободный член 3	-3387.8	<0.0001	
Свободный член 4	-3373.1	<0.0001	
Свободный член 5	-3360.1	<0.0001	
VAR58 (виды/семейства)	-2487.8	<0.0001	-1738.2
VAR59 (подвиды/семейства)	1609.5	<0.0001	1494.6
VAR60 (виды/роды)	5164.9	<0.0001	1322.4
VAR61 (подвиды/роды)	-3359.5	<0.0001	-1234.9
VAR57 (роды/семейства)	1728.2	<0.0001	167.8
VAR1A (Реки)	3.7522	<0.0001	7.8
VAR32 (градусов, в.д.)	-0.6379	0.0026	-4.8
VAR56 (порядок гиперболы)	64.854	0.0005	4.6

При ранжировании градаций географической приуроченности (табл. 88) видна та же тенденция, что и на предыдущей стадии анализа. Наибольшими значениями флористических пропорций обладают градации в которые вошли реки протекающие в широтном направлении и крупные транзитные реки, а минимальными – реки бассейны которых целиком расположены за полярным кругом.

Таблица 88.

**Значения групповых средних для флористических пропорций
фитопланктона**

Реки	VAR58 (виды/ семейства)	VAR59 (подвиды/ семейства)	VAR60 (виды/роды)	VAR61 (подвиды/роды)
Широтные	7.82	9.28	3.82	4.53
Крупные транзитные	7.17	8.39	3.39	3.98
Преимущественно заполярного бассейна	5.73	6.63	3.07	3.56

Таблица 88. (окончание)

Реки	VAR58 (виды/ семейства)	VAR59 (подвиды/ семейства)	VAR60 (виды/роды)	VAR61 (подвиды/роды)
Юг региона	5.39	6.00	2.72	3.02
Центр региона	4.99	5.71	2.85	3.26
Заполярные бассейны	4.02	4.26	2.38	2.52

6.4. Пошаговый дискриминантный анализ

Дискриминантный анализ позволяет исследовать различие между двумя и более группами объектов по нескольким переменным одновременно. Дискриминантный анализ проводился нами с помощью пошагового алгоритма, когда на каждом шаге в дискриминантную функцию вводится один признак.

На первой стадии дискриминантного анализа в качестве группирующих признаков нами использованы градации из 3-х кластеров наблюдений окружающей среды.

В таблице 89 приведена переклассификация наблюдений 3-х кластеров, с использованием дискриминантных функций со всеми включёнными признаками в результате пошагового отбора. Видно, что все проценты переклассификации высокие, лишь одно наблюдение из первого кластера было классифицировано неверно. Следовательно, качество дискриминантной модели достаточно высокое.

Таблица 89.

Матрица переклассификации наблюдений градации CIE_{env}_1–3 (ряды: наблюдаемая классификация, колонки: предсказанная классификация)

Группы градации	Процент верной классификации	CIE _{env} _1	CIE _{env} _2	CIE _{env} _3
CIE _{env} _1	100.00	146	0	0
CIE _{env} _2	99.24	1	130	0
CIE _{env} _3	100.00	0	0	26
Всего	99.67	147	130	26

Следует также рассмотреть квадраты расстояния Махаланобиса – меры, отражающей сходство (близость) и различие групп сравнения (табл. 90). Видно, что максимальное различие (удалённость) между центрами групп наблюдается для 1 и 3 кластеров. Различие между 2 и 3 кластерами меньше, а минимальное различие характерно для 1 и 2 кластеров.

Таблица 90.

**Квадраты расстояний Махаланобиса групп сравнения градации
CIEnv_1–3**

Группы градации	CIEnv_1	CIEnv_2	CIEnv_3
CIEnv_1	0.00	35.18	109.83
CIEnv_2	35.18	0.00	68.42
CIEnv_3	109.83	68.42	0.00

Ниже приведены значения F–критерия (критерия Фишера) для приведённых выше расстояний Махаланобиса, а также значения уровней значимости для них (табл. 91). Достигнутые уровни значимости свидетельствуют о статистической достоверности этих расстояний.

Таблица 91.

**Значения критерия Фишера (числитель) и уровни значимости
для них (знаменатель)**

Группы градации	CIEnv_1	CIEnv_2	CIEnv_3
CIEnv_1		235.62/0.00	235.13/0.00
CIEnv_2	235.62/0.00		143.98/0.00
CIEnv_3	235.13/0.00	143.98/0.00	

В таблице 92 представлены признаки, вошедшие в дискриминантные функции в результате пошагового анализа, а также достигнутый уровень значимости для каждого признака. В данной таблице приведены стандартизованные коэффициенты для двух дискриминантных осей. Ранжировав их модуль можно оценить степень вклада отдельных признаков (предикторов) в дискриминантные функции (оси). Видно, что для первой дискриминантной оси максимальный вес характерен для переменной VAR31 (градусы, с.ш.), а для второй оси – VAR57 (роды/семейства).

Таблица 92.

**Предикторы, вошедшие в модель дискриминантной функции
для градации CIEuv_1–3**

Предиктор	Стандартизованные коэффициенты канонических переменных		Уровень значимости (p)
	Корень 1	Корень 2	
VAR31 (градусов, с.ш.)	-0.918	0.229	0.000
VAR9 (густота речной сети, км/км ²)	-0.666	0.447	0.000
VAR32 (градусов, в.д.)	-0.238	0.363	0.000
VAR57 (роды/семейства)	0.558	1.139	0.000
VAR12 (O ₂ , мг/л)	0.588	0.676	0.000
VAR6 (температура воды, °C)	0.136	0.253	0.005
VAR30 (индекс динамики местообитаний)	0.422	0.047	0.000
VAR26 (минимальная температура в зимний период)	-0.166	-0.646	0.000
VAR35 (число видов Chrysophyta)	0.173	0.397	0.000
VAR14 (Σсолей, мг/л)	0.178	0.376	0.000

На рисунке 49 приведён график распределения наблюдений всех 3–х кластеров окружающей среды в двух дискриминантных осях. Видно, что все 3 группы достаточно плотно локализованы. Очевидно также, что самый северный 3–ий кластер смещен по отношению к двум другим по обоим осям.

Как было отмечено выше, на первую дискриминантную ось наибольшее влияние оказывает широтное расположение наблюдений. По этой оси кластеры разделены в направлении от самого северного 3–го кластера к самому южному 1–му. Что полностью соответствует действительности, в чем можно убедиться, взглянув на карту (рис. 47). На вторую ось максимальное влияние оказывает флористическое отношение числа родов к числу семейств в исследованных флорах. Если взглянуть на распределение наблюдений со стороны второй дискриминантной оси, то можно убедиться, что по ней четко выделен только 3–ий, самый северный кластер. Первый и второй кластеры разделены хуже и частично перекрываются.

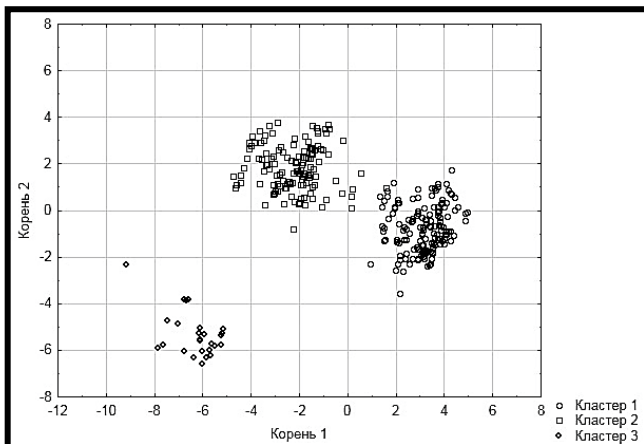


Рисунок 49. Диаграмма рассеяния наблюдений градации CIEnv_1-3 в двух дискриминантных осях

Основные выводы, которые следует сделать на этой стадии исследования, заключаются в том, что наибольшим отличием характеризуются самый северный (3-ий) и самый южный (1-ый) кластеры наблюдений параметров окружающей среды; а наиболее сильным дискриминирующим их фактором является флористическое отношение роды/семейства, причем наименьший его показатель характерен для самого северного кластера наблюдений.

На второй стадии дискриминантного анализа группирующим признаком принята градация из 2-х кластеров наблюдений параметров фитопланктона. Переклассификация наблюдений 2-х кластеров, показала приемлемое качество полученной дискриминантной модели (табл. 93). Общий процент классификации составляет 97, в целом 8 наблюдений были переклассифицированы ошибочно.

Таблица 93.

Матрица переклассификации наблюдений градации CIFito_1-2 (ряды: наблюдаемая классификация, колонки: предсказанная классификация)

Группы градации	Процент верной классификации	CIFito_1	CIFito_2
CIFito_1	90.66	68	7
CIFito_2	99.56	1	227
Всего	97.36	69	234

Представленные в таблице 94 квадраты расстояний Махаланобиса свидетельствуют о разделении наблюдений между двумя кластерами.

Таблица 94.

Квадраты расстояний Махаланобиса групп сравнения градации ClFito_1–2

Группы градации	ClFito_1	ClFito_2
ClFito_1	0.00	16.85
ClFito_2	16.85	0.00

Значения критерия Фишера и уровни значимости для них подтверждают статистическую достоверность этих расстояний (табл. 95).

Таблица 95.

Значения критерия Фишера (числитель) и уровни значимости для них (знаменатель)

Группы градации	ClEnv_1	ClEnv_2
ClEnv_1		473.84/0.00
ClEnv_2	473.84/0.00	

Ниже приведён список признаков, включённых в дискриминантные функции. Таких признаков оказалось всего два, это общее число видов и константа пересечения (табл. 96).

Таблица 96.

Предикторы, вошедшие в модель дискриминантной функции для градации кластеры фитопланктона

Предиктор	Стандартизованные коэффициенты канонических переменных	Уровень значимости (p)
	Корень 1	
VAR39 (общее число видов)	-0.847	0.0000
VAR55 (константа пересечения)	-0.687	0.0000

Так как при анализе градации состоящей из двух групп, пошаговый дискриминантный анализ позволяет получить только одну дискриминантную ось, то оценить графически полученный результат невозможно. Однако полученные стандартизованные коэффициенты для канонических переменных свидетельствуют о том, что наблюдения между кластерами дискриминированы по двум перечисленным выше переменным: сильнее по видовому богатству фитопланктона, и в несколько меньшей мере по флористическому показателю – константе пересечения.

На третьей стадии в дискриминантный анализ в качестве группирующего признака включена градация по географическим приуроченностям. Из классификационной матрицы (табл. 97) видно, что лишь в двух группах отмечены неверно классифицированные наблюдения. В группе «реки центральной части региона» выявлено одно такое наблюдение, а в группе «крупные транзитные реки» таких наблюдений 10. Однако общий процент правильно переклассифицированных наблюдений достигает 96, что говорит о высоком качестве полученной дискриминантной модели.

Таблица 97.

**Матрица переклассификации наблюдений градации VAR3A
(географическая приуроченность) (ряды: наблюдаемая
классификация, колонки: предсказанная классификация)**

Группы градации	Процент верной классификации	ЗПБ	Преим ЗПБ	Центр Сиб	Юж Сиб	Широтн	КрТранз
ЗПБ	100.00	52	0	0	0	0	0
ПреимЗПБ	100.00	0	52	0	0	0	0
ЦентрСиб	98.33	0	0	59	1	0	0
ЮжСиб	100.00	0	0	0	61	0	0
Широтн	100.00	0	0	0	0	27	0
КрТранз	80.39	0	0	0	0	10	41
Всего	96.37	52	52	59	62	37	41

Примечание: ЗПБ – бассейн реки расположен севернее Полярного Круга, Преим ЗПБ – большая часть бассейна реки севернее Полярного Круга, ЦентрСиб – реки центральной части региона, ЮжСиб – реки протекают на юге региона, Широтн – река протекает преимущественно в широтном направлении, КрТранз – крупные транзитные реки.

Оценивая квадраты расстояния Махаланобиса (табл. 98) легко убедиться, что максимальная удаленность между центрами групп характерна для «рек с заполярным бассейном» и всех остальных сравниваемых групп. Причем наибольшее различие группы «заполярные реки» отмечено с крупными транзитными реками, а также с реками протекающими в широтном направлении и с реками юга региона. Напротив, ближе всего расположены центры таких групп, как реки широтного направления и крупные транзитные, а также рек юга региона и рек центральной части региона.

Таблица 98.

Квадраты расстояний Махаланобиса групп сравнения градации VAR3A (географическая приуроченность)

Группы градации	ЗПБ	ПреимЗПБ	ЦентрСиб	ЮжСиб	Широтн	КрТранз
ЗПБ	0.00	150.73	162.59	216.98	217.58	294.98
ПреимЗПБ	150.73	0.00	68.80	97.29	45.17	54.73
ЦентрСиб	162.59	68.80	0.00	26.42	77.60	99.68
ЮжСиб	216.98	97.29	26.42	0.00	95.91	128.10
Широтн	217.58	45.17	77.60	95.91	0.00	21.90
КрТранз	294.98	54.73	99.68	128.10	21.90	0.00

Примечание: сокращения см. в табл. 97.

Значения критерия Фишера и достигнутые для него уровни значимости (табл. 99) говорят о статистической достоверности полученных расстояний между центрами сравниваемых групп.

Таблица 99.

Значения критерия Фишера (числитель) и уровни значимости для них (знаменатель)

Группы градации	Преим ЗПБ	Центр Сиб	Юж Сиб	Широтн	КрТранз	Преим ЗПБ
ЗПБ		642.149/0.00	742.188/0.00	998.064/0.00	633.622/0.00	1244.512/0.00
ПреимЗПБ	642.149/0.00		314.042/0.00	447.504/0.00	131.534/0.00	230.890/0.00
ЦентрСиб	742.188/0.00	314.042/0.00		130.960/0.00	236.772/0.00	450.290/0.00

Таблица 99. (окончание)

Группы градации	Прем ЗПБ	Центр Сиб	Юж Сиб	Широтн	КрТранз	Прем ЗПБ
ЮжСиб	998.064/0.00	447.504/0.00	130.966/0.00		294.143/0.00	583.032/0.00
Широтн	633.622/0.00	131.534/0.00	236.772/0.00	294.143/0.00		63.351/0.00
КрТранз	1244.512/0.00	230.890/0.00	450.290/0.00	583.032/0.00	63.351/0.00	

Примечание: сокращения см. в табл. 97.

Как видно из таблицы 100, в полученную модель дискриминантной функции вошли показатели флористических пропорций, такие как отношение виды/семейства, константа пересечения и порядок гиперболы. Кроме того, в модели также показатели климата: температура воздуха в среднем за год и минимум в зимний период, и распределение наблюдений по долготе. Уровень значимости по всем предикторам подтверждает их пригодность для анализа. Стандартизованные коэффициенты приведены лишь для двух самых информативных осей.

Таблица 100.

Предикторы, вошедшие в модель дискриминантной функции для градации VAR3A (географическая приуроченность)

Предиктор	Стандартизованные коэффициенты канонических переменных		Уровень значимости (p)
	Корень 1	Корень 2	
VAR24 (среднегодовая температура)	-0.729	-1.493	0.000
VAR58 (виды/семейства)	-2.496	0.147	0.000
VAR32 (градусов, в.д.)	-0.936	0.116	0.000
VAR26 (минимальная температура в зимний период)	0.070	0.983	0.000
VAR55 (константа пересечения)	1.103	0.951	0.000
VAR56 (порядок гиперболы)	1.823	0.182	0.000

Видно, что для первой дискриминантной оси максимальный вес имеет отношение числа видов к числу семейств, а для второй средняя температура воздуха за год. На графике (рис. 50) видно, что наблюдения в двух дискриминантных осях четко локализованы по

исследуемым группам. Две группы рек центра и юга региона сближены и соприкасаются. Близко расположены и три группы рек транзитных, широтных и частично заполярных. По первой, назовем ее «флористической» оси значительно удалена от прочих группа заполярных рек, и дальше всего по этой оси она удалена от крупных транзитных рек. По второй «климатической» оси наблюдения дискриминируются таким образом, что реки юга и центра региона четко выделены по параметру среднегодовой температуры от прочих четырех групп.

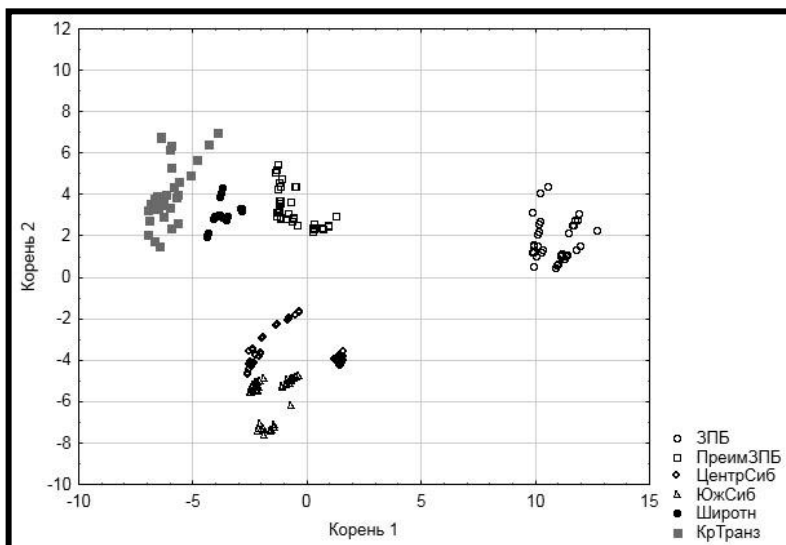


Рисунок 50. Диаграмма рассеяния наблюдений градации Var3A в двух дискриминантных осях

Таким образом, группа рек с бассейном полностью расположенным за полярным кругом, четко выделилась как по наиболее суровым климатическим условиям, так и по флористическому составу фитопланктона.

На заключительной стадии дискриминантного анализа в качестве группирующего признака введена градация из 12-ти исследованных рек. Переклассификация наблюдений дала отличный результат – все 303 наблюдения были классифицированы верно (табл. 101). Следовательно, удалось получить качественную дискриминантную модель.

Таблица 101.

**Матрица переклассификации наблюдений градации VAR1A (реки)
(ряды: наблюдаемая классификация, колонки:
предсказанная классификация)**

Группы градации	Процент верной классификации												
		Алдан	Виллой	Чара	Олёкма	Лена	Витим	Яна	Амга	Анабар	Оленёк	Индигирка	Колыма
Алдан	100.0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виллой	100.0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Чара	100.0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Олёкма	100.0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Лена	100.0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Витим	100.0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Яна	100.0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0
Амга	100.0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0
Анабар	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0
Оленёк	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0
Индигирка	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0
Колыма	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Всего	100.0	34	27	20	21	11	20	26	26	26	26	26	40

Любопытные данные получены при анализе квадратов расстояний Махаланобиса (табл. 102). Из таблицы ниже видно, что наибольшее различие между центрами групп сравнения характерно для реки Колымы и большинством других исследованных рек. Но максимальное различие отмечено между Колымой и Анабаром, а также – Колымой и Оленёком, т. е. между реками наиболее удаленными друг от друга по географической долготе. А менее всего различаются между собой река Лена, ее крупный левый приток Виллой, и правые южные притоки: Витим, Чара и Олёкма, которые географически близко взаимно расположены.

Таблица 102.

Квадраты расстояний Махаланобиса групп сравнения градации VAR1A (реки)

Группы градации	Алдан	Вилюй	Чара	Олёкма	Лена	Витим	Яна	Амга	Анабар	Оленёк	Индигирка	Кольма
Алдан	0.0	210.1	191.6	144.6	141.9	209.6	202.6	191.9	565.4	356.9	295.7	500.3
Вилюй	210.1	0.0	91.5	118.3	69.2	125.1	298.4	207.7	331.5	186.9	475.5	723.2
Чара	191.6	91.5	0.0	30.6	71.4	91.3	320.3	195.2	451.5	336.9	415.7	605.4
Олёкма	144.6	118.3	30.6	0.0	54.9	74.1	289.4	176.0	465.6	327.8	369.0	516.9
Лена	141.9	69.2	71.4	54.9	0.0	47.4	240.6	196.3	341.0	210.0	399.5	606.4
Витим	209.6	125.1	91.3	74.1	47.4	0.0	351.3	246.2	390.3	288.7	520.3	737.1
Яна	202.6	298.4	320.3	289.4	240.6	351.3	0.0	327.2	473.9	315.1	121.2	327.4
Амга	191.9	207.7	195.2	176.0	196.3	246.2	327.2	0.0	646.7	292.5	392.1	486.4
Анабар	565.4	331.5	451.5	465.6	341.0	390.3	473.9	646.7	0.0	194.4	782.6	1159.8
Оленёк	356.9	186.9	336.9	327.8	210.0	288.7	315.1	292.5	194.4	0.0	604.1	874.3
Индигирка	295.7	475.5	415.7	369.0	399.5	520.3	121.2	392.1	782.6	604.1	0.0	109.4
Кольма	500.3	723.2	605.4	516.9	606.4	737.1	327.4	486.4	1159.8	874.3	109.4	0.0

Приведенные в таблице 103 значения F–критерия для расстояний Махаланобиса, а также достигнутые для них уровни значимости свидетельствуют о статистической достоверности полученных данных.

Таблица 103.

**Значения критерия Фишера (числитель) и уровни значимости
для них (знаменатель)**

	Алдан	Виллой	Чара	Олёкма	Лена	Витим	Яна	Амга	Анабар	Оленёк	Индигирка	Кольма
Алдан		98.5/ 0.00	75.2/ 0.00	58.5/ 0.00	36.7/ 0.00	82.3/ 0.00	93/ 0.00	88.1/ 0.00	259.6/ 0.00	163.9/ 0.00	135.8/ 0.00	286.6/ 0.00
Виллой	98.5/ 0.00		32.8/ 0.00	43.6/ 0.00	16.9/ 0.00	44.8/ 0.00	123.2/ 0.00	85.7/ 0.00	136.8/ 0.00	77.1/ 0.00	196.3/ 0.00	363.3/ 0.00
Чара	75.2/ 0.00	32.8/ 0.00		9.8/ 0.00	15.8/ 0.00	28.4/ 0.00	112.8/ 0.00	68.8/ 0.00	159/ 0.00	118.7/ 0.00	146.5/ 0.00	251.6/ 0.00
Олёкма	58.5/ 0.00	43.6/ 0.00	9.8/ 0.00		12.3/ 0.00	23.6/ 0.00	104.8/ 0.00	63.7/ 0.00	168.6/ 0.00	118.7/ 0.00	133.6/ 0.00	221.8/ 0.00
Лена	36.7/ 0.00	16.9/ 0.00	15.8/ 0.00	12.3/ 0.00		10.5/ 0.00	58/ 0.00	47.3/ 0.00	82.1/ 0.00	50.6/ 0.00	96.2/ 0.0	163/ 0.00
Витим	82.3/ 0.00	44.8/ 0.00	28.4/ 0.00	23.6/ 0.00	10.5/ 0.00		123.8/ 0.00	86.7/ 0.00	137.5/ 0.00	101.7/ 0.00	183.3/ 0.00	306.3/ 0.00
Яна	93/ 0.00	123.2/ 0.00	112.8/ 0.00	104.8/ 0.00	58/ 0.00	123.8/ 0.00		132.6/ 0.00	192/ 0.00	127.7/ 0.00	49.1/ 0.00	160.8/ 0.00
Амга	88.1/ 0.00	85.7/ 0.00	68.8/ 0.00	63.7/ 0.00	47.3/ 0.00	86.7/ 0.00	132.6/ 0.00		262/ 0.00	118.5/ 0.00	158.9/ 0.00	238.8/ 0.00
Анабар	259.6/ 0.00	136.8/ 0.00	159/ 0.00	168.6/ 0.00	82.1/ 0.00	137.5/ 0.00	192/ 0.00	262/ 0.00		78.8/ 0.00	317.1/ 0.00	569.5/ 0.00
Оленёк	163.9/ 0.00	77.1/ 0.00	118.7/ 0.00	118.7/ 0.00	50.6/ 0.00	101.7/ 0.00	127.7/ 0.00	118.5/ 0.00	78.8/ 0.00		244.8/ 0.00	429.4/ 0.00
Индигирка	135.8/ 0.00	196.3/ 0.00	146.5/ 0.00	133.6/ 0.00	96.2/ 0.00	183.3/ 0.00	49.1/ 0.00	158.9/ 0.00	317.1/ 0.00	244.8/ 0.00		53.7/ 0.00
Кольма	286.6/ 0.00	363.3/ 0.00	251.6/ 0.00	221.8/ 0.00	163/ 0.00	306.3/ 0.00	160.8/ 0.00	238.8/ 0.00	569.5/ 0.00	429.4/ 0.00	53.7/ 0.00	

В таблице 104 представлены предикторы, вошедшие в дискриминантную модель в результате пошагового анализа. Достигнутый уровень значимости для всех признаков подтверждает достоверность построенной модели. Оценивая модули стандартизованных коэффициентов для двух, наиболее информативных дискриминантных осей, следует заключить, что по обоим корням наибольшими весами обладают климатические признаки, а именно минимальная температура воздуха в зимний период и осадки в среднем за год, а также в теплый и холодный сезоны.

Таблица 104.

**Предикторы, вошедшие в модель дискриминантной функции
для градации реки**

Предиктор	Стандартизованные коэффициенты канонических переменных		Уровень значимости (p)
	Корень 1	Корень 2	
VAR32 (градусов, в.д.)	1.67	0.16	0.000
VAR31 (градусов, с.ш.)	-0.45	-1.57	0.000
VAR7 (прозрачность воды, м)	-0.09	-0.05	0.000
VAR39 (общее число видов)	-0.13	0.48	0.000
VAR26 (минимальная температура в зимний период)	2.40	0.46	0.000
VAR24 (среднегодовая температура)	-1.67	-0.27	0.000
VAR28 (осадки в жаркий квартал (сезон))	2.03	-1.79	0.000
VAR11 (рН, единицы)	-0.34	-0.12	0.000
VAR14 (Σ солей, мг/л)	0.20	0.15	0.000
VAR25 (максимальная температура в летний период)	1.23	0.92	0.000
VAR27 (среднегодовые осадки)	-2.83	2.42	0.000
VAR29 (осадки в холодный квартал (сезон))	1.74	-1.72	0.000
VAR12 (O ₂ , мг/л)	0.31	0.28	0.000
VAR15 (NH ₄ , мг/л)	-0.09	0.35	0.000
VAR22 (Fe _{общ} , мг/л)	0.13	-0.25	0.000
VAR20 (Si, мг/л)	-0.04	-0.28	0.000
VAR23 (высота над уровнем моря)	0.83	-0.77	0.000
VAR9 (густота речной сети, км/км ²)	0.09	0.02	0.000
VAR5 (скорость течения, м/с)	0.10	-0.15	0.000
VAR8 (озерность, %)	-0.23	0.70	0.000
VAR38 (число видов Chlorophyta)	-0.01	-0.26	0.000
VAR6 (температура воды, °C)	0.02	-0.04	0.000
VAR13 (CO ₂ , мг/л)	0.04	-0.13	0.000
VAR65 (средний объем клетки)	0.12	0.01	0.000
VAR30 (индекс динамики местообитаний)	0.15	0.04	0.000
VAR33 (число видов Cyanophyta)	0.08	-0.08	0.000
VAR18 (PO ₄ , мг/л)	0.02	-0.14	0.000
VAR53 (биомасса общая, мг/л)	0.01	-0.01	0.000
VAR63 (доля мелкоклеточной фракции по биомассе, %)	-0.06	-0.11	0.000

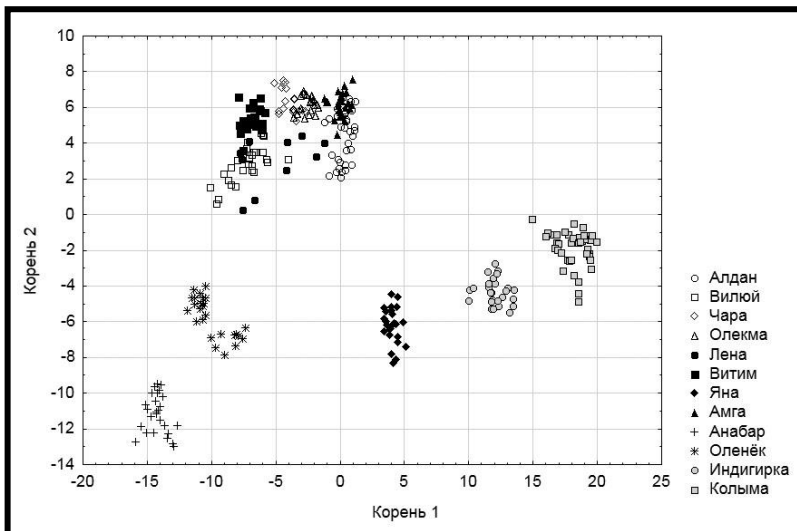


Рисунок 51. Диаграмма рассеяния наблюдений по двум дискриминантным осям, категоризованная по переменной *Var1A* (Реки)

На рисунке 51 видно, что по климатическим параметрам наблюдения всех исследованных рек хорошо локализованы. Но часть рек явно объединена в одну группу, это река Лена и все ее притоки, как первого порядка – Витим, Чара, Олёкма, Виллой, Алдан, так и второго порядка – Амга. Таким образом, на графике отделены друг от друга наблюдения, относящиеся к шести разным водосборным бассейнам, которые были дискриминированы, главным образом, по климатическим параметрам.

6.5. Факторный анализ

Факторный анализ был применен нами с целью объединения количественных переменных из анализируемого массива для редукции данных и последующего определения структуры взаимосвязей между новыми переменными.

После процедуры объединения переменных основанной на оценке степени их коррелированности между собой и как следствие – избыточности, были выделены 62 главные компоненты. На рисунке 52 в виде графика показаны величины и номер извлеченных собственных значений. Критерием отбора значимых главных компонент выбран так называемый метод каменистой осыпи, когда предлагается выбрать

место на графике, где убывание собственных значений слева направо замедляется. Предполагается, что справа от этой точки находится только «факториальная осыпь». В соответствии с этим критерием для последующего анализа следует оставить лишь две главные компоненты с максимальной дисперсией и пригодностью для интерпретации.

Далее необходимо получить наиболее интерпретируемую матрицу нагрузок, то есть факторов, которые ясно отмечены высокими нагрузками для некоторых переменных и низкими – для других. Для этого было произведено вращение факторов методом варимакс. Этот тип вращения максимизирует дисперсию (изменчивость), новой переменной (фактора) и минимизирует разброс вокруг нее таким образом, чтобы нагрузки на каждый фактор отличались максимально возможным образом, и имелась возможность их простой интерпретации.

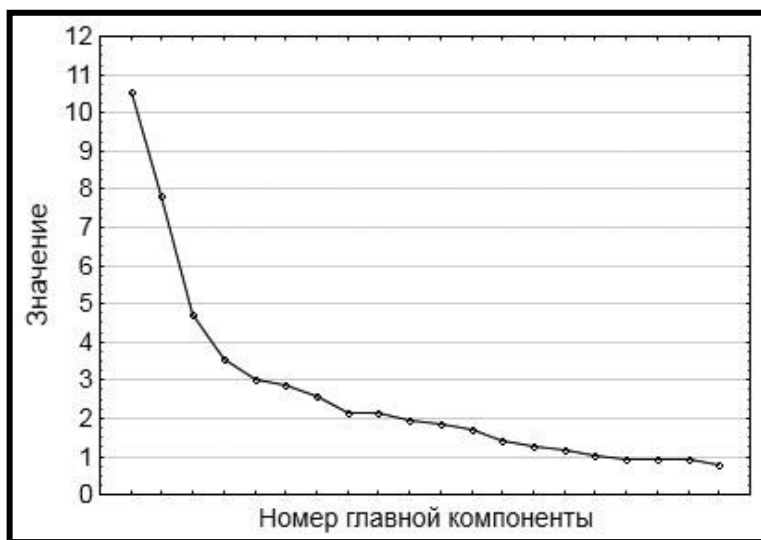


Рисунок 52. Собственные значения главных компонент

Ниже приводится таблица максимальных факторных нагрузок после вращении двух (оставленных в модели) осей главных компонент, алгоритмом варимакс (табл. 105). В данной таблице приведены только признаки с максимальными нагрузками в каждом факторе (оси). Так, в первом факторе доминирующими являются основные флористические показатели, пропорции: подвиды/семейства, виды/роды, виды/семейства, подвиды/роды, а также параметр константа пересечения.

Для второго фактора максимальными нагрузками отмечены параметры климата, гидрологии: среднегодовая температура воздуха, максимальная температура воздуха в летний период, средняя продолжительность безледного периода, осадки в жаркий сезон, среднегодовые осадки, а также индекс динамики местообитаний. Максимальной отрицательной нагрузкой на второй фактор обладает распределение наблюдений по широте.

Таблица 105.

**Максимальные факторные нагрузки информативных осей
после вращения алгоритмом варимакс**

Переменная	Факторные нагрузки	
	Фактор 1	Фактор 2
VAR4 (средняя продолжительность отсутствия льда, сут.)	0.176	0.832
VAR24 (среднегодовая температура)	0.046	0.926
VAR25 (максимальная температура в летний период)	0.083	0.840
VAR27 (среднегодовые осадки)	-0.034	0.880
VAR28 (осадки в жаркий сезон)	-0.071	0.894
VAR30 (индекс динамики местообитаний)	0.069	0.824
VAR31 (градусов, с.ш.)	-0.113	-0.960
VAR55 (константа пересечения)	0.771	-0.042
VAR58 (виды/семейства)	0.952	0.079
VAR59 (подвиды/семейства)	0.963	0.073
VAR60 (виды/роды)	0.952	-0.005
VAR61 (подвиды/роды)	0.949	0.011

Таким образом, у нас есть возможность охарактеризовать каждую новую переменную, то есть присвоить "ярлык" конкретной факторной оси. Так, первый фактор является Фактором Фитопланктона, а второй фактор – это Фактор Окружающей Среды. Следовательно, с увеличением значений первой оси возрастают показатели флористических пропорций, а по второй оси – увеличиваются показатели температуры воздуха и индекса местообитаний, растет продолжительность безледного периода и осадки, а также уменьшается значение географической широты наблюдения.

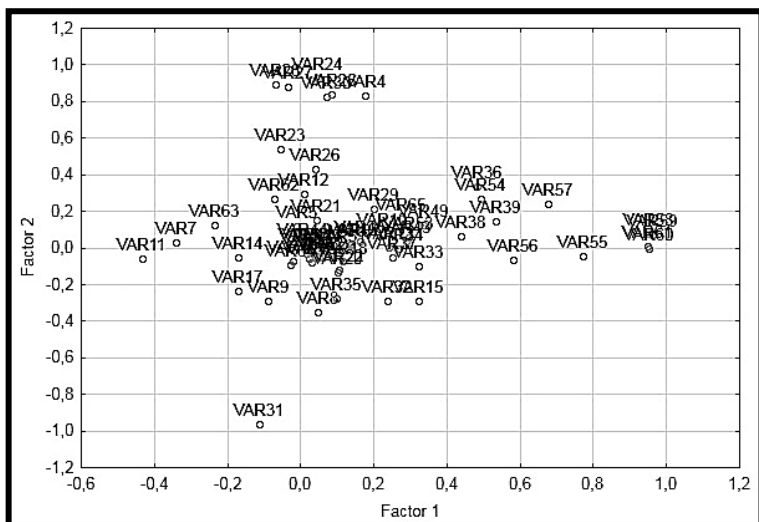


Рисунок 53. Распределение нагрузок на переменные в двух факторных осях после вращения алгоритмом варимакс

На рисунке 53 представлена диаграмма рассеяния всех признаков в осях первых двух факторов после вращения варимакс. Координаты каждой точки (признака) – это нагрузки данного признака на факторы 1 и 2. В правой части видна группа признаков, являющихся основными в факторе Фитопланктон. В верхней части локализована группа признаков отражающих основной вклад в фактор Окружающая Среда. Внизу графика выделен признак Var 31 (градусы с. ш.), имеющий максимальную отрицательную нагрузку на вторую ось.

На рисунке 54 приводится график распределения наблюдений в осях 1–го и 2–го факторов. Отдельные точки (наблюдения) идентифицированы номером кластера (от 1 до 3), полученного на основе показателей окружающей среды. Видно, что наблюдения первого и второго кластеров неоднородны и собраны в отдельные группировки, отличающиеся взаимным расположением по обоим осям. Следовательно, в первых двух кластерах имеются группы наблюдений, заметно отличающиеся между собой как по признакам окружающей среды, так и по признакам фитопланктона. Хорошо заметна локализация наблюдений третьего кластера, что говорит о его значительной однородности. Следует отметить, что 3–ий самый северный кластер сориентирован по оси Фитопланктон в области самых низких флористических показателей, а по оси Окружающая Среда – в области наиболее неблагоприятных климатических условий.

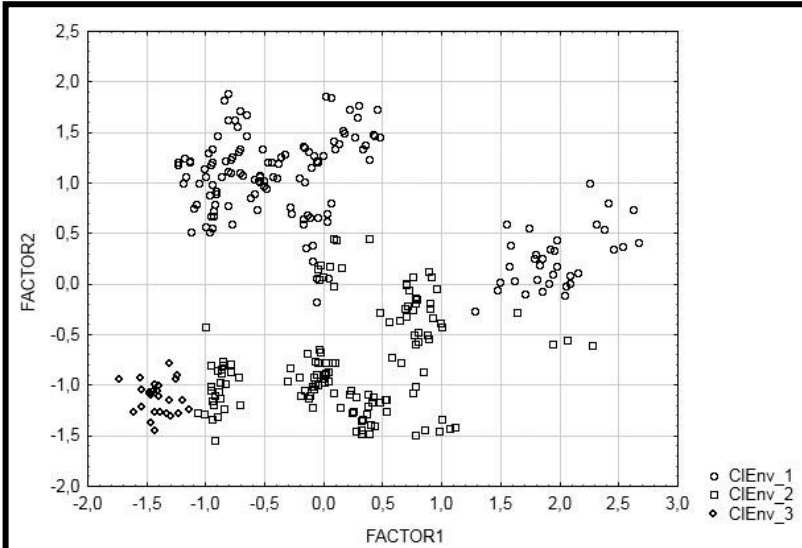


Рисунок 54. Диаграмма рассеяния наблюдений в двух факторных осях, категоризованных по трем кластерам окружающей среды

На следующей диаграмме рассеяния представлены наблюдения в тех же двух осях, но классифицированные по двум кластерам полученным на основе показателей фитопланктона (рис. 55). Совершенно очевидно, что внутри кластеров фитопланктона наблюдения неоднородны, т. к. видны отдельные их группы различающиеся по обоим факторам. Однако если опустить вертикаль через значение 0.5 на первой оси, отчетливо видно, что большая часть наблюдений первого кластера оказывается правее этой линии, в области высоких значений флористических пропорций. Соответственно, большая часть наблюдений второго кластера локализована в левой части диаграммы, где флористические пропорции ниже.

На диаграмме ниже представлены наблюдения, классифицированные по географической приуроченности (рис. 56). По этой градации наблюдения более однородны. Видно, что в одной группе оказались все наблюдения в реках с заполярным бассейном. В обособленных группах находятся также наблюдения в реках с преимущественно заполярным бассейном и протекающих в широтном направлении. Явно разделены на отдельные группы транзитные реки и реки, протекающие в центре и на юге региона. Причем южные и центральные реки достаточно близко друг к другу ориентированы по

обеим осям. Видно также, что по фактору 1 (Фитопланктон) наблюдения распределены в градиенте увеличения флористических пропорций от заполярных рек, к рекам частично заполярным и далее вплоть до транзитных рек и рек широтного направления. По фактору 2 (Окружающая Среда) наблюдения, сделанные на заполярных и частично заполярных реках, локализованы в области самых неблагоприятных условий, а реки юга и центральной части исследованного региона, напротив, в области с большим безледным периодом, высокими значениями температуры воздуха и индексом местообитаний.

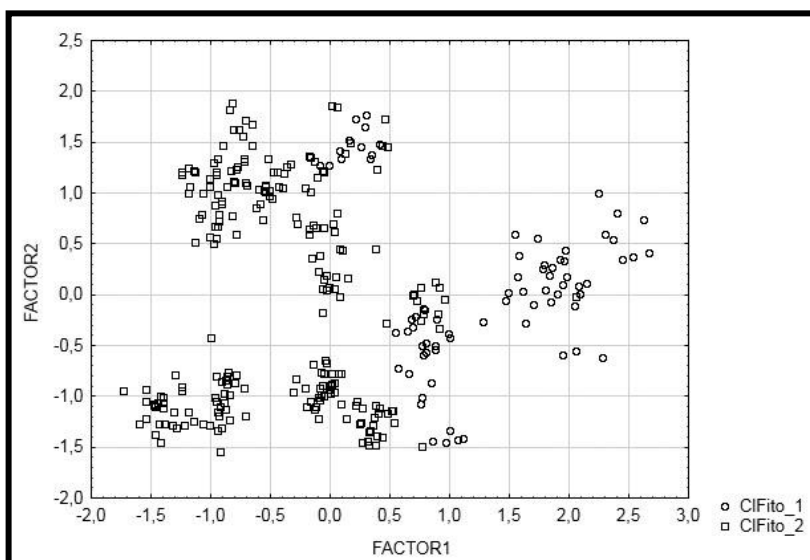


Рисунок 55. Диаграмма рассеяния наблюдений в двух факторных осях, категоризованных по двум кластерам фитопланктона

Наблюдения, классифицированные по исследованным рекам, представлены на следующей диаграмме (рис. 57). Видно, что наблюдения большинства рек хорошо локализованы. Однако заметно перекрытие наблюдений по рекам Алдан, Чара, Витим, Олёкма и Амга. Эти пять рек протекают на юге и в центральной части региона и географически близки друг по отношению к другу. Как видно из графика (рис. 57), эти наблюдения сближены как по оси Окружающей Среды, так и по оси Фитопланктон. Следовательно, эти реки схожи как по климатическим условиям, так и по составу флоры планктона.

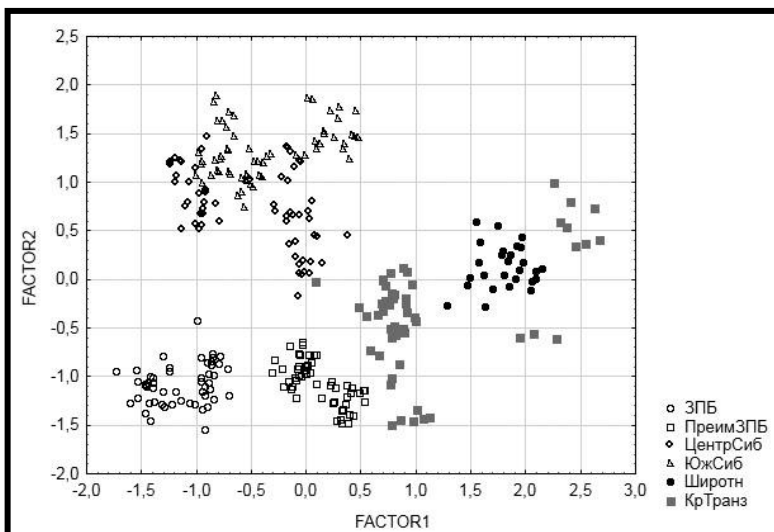


Рисунок 56. Диаграмма рассеяния наблюдений в двух факторных осях, категоризованных по географической приуроченности

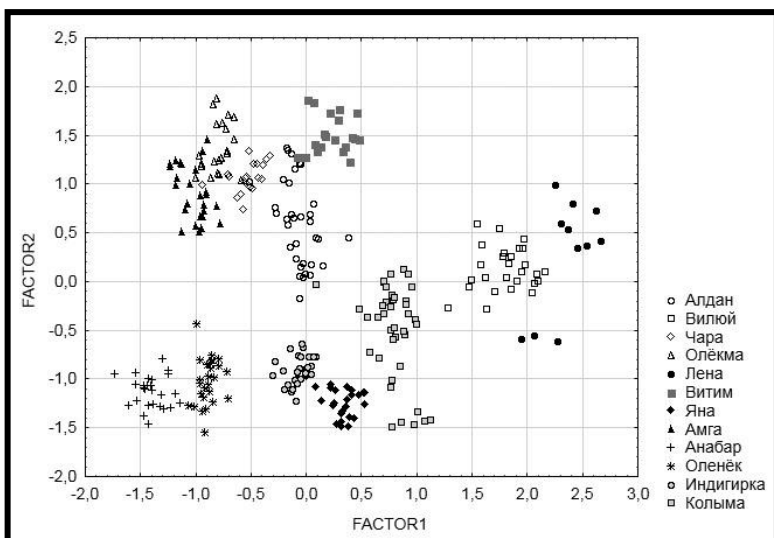


Рисунок 57. Диаграмма рассеяния наблюдений в двух факторных осях, категоризованных по исследованным рекам

Любопытно, что наблюдения двух наиболее протяженных, транзитных рек (Лены и Колымы) растянуты пятном вертикально вдоль второй оси, а наблюдения на Лене еще и разделены на две группы. Очевидно, это закономерно, так как климатические условия таких крупных рек не однородны и сильно меняются от истока к устью.

Если оценить расположение всех исследованных рек вдоль оси фактора 2, то видно, что в нижней части диаграммы, в области экстремальных условий окружающей среды расположены наблюдения рек Оленек и Анабар с заполярным бассейном, Яны и Индигирки с бассейном преимущественно заполярным, и часть наблюдений реки Колымы. В средней части второй оси расположены наблюдения рек Вилюй и Лена, а также большая часть наблюдений по рекам Колыма и Алдан. А в верхнюю часть смещены реки юга и центра региона: Алдан, Чара, Витим, Олёкма и Амга.

Анализ распределения наблюдений исследованных рек вдоль оси фактора 1 показывает, что увеличение флористических пропорций идет в следующем ряду рек Анабар, Оленёк, Индигирка, Яна, Колыма, Вилюй и Лена. Видно, что в этом же ряду возрастают значения наблюдений и по второй оси, следовательно, увеличивается продолжительность безледного периода, показателей температуры воздуха и пр. Однако, для рек центра и юга региона, для которых характерны наиболее благоприятные климатические условия, флористические пропорции не столь высоки. Очевидно, это объясняется тем, что несмотря на то, что эти реки расположены на юге региона, значительная часть их течения имеет горный характер.

6.6. Канонический корреляционный анализ

Для выявления взаимосвязи между двумя наборами признаков характеризующих с одной стороны фитопланктон и с другой стороны среду его обитания нами применен метод канонических корреляций. Применение многомерной модели анализа канонических величин позволяет также дискриминировать данные между несколькими априорными (эмпирически определенными) группами.

В массив данных для первой стадии анализа было включено 33 параметра фитопланктона (далее FITO) и 29 – окружающей среды (далее OKR_SRED). Число рассчитанных канонических коэффициентов корреляции, как известно, соответствует минимальному количеству признаков в одном из двух анализируемых наборов, и в данном случае составило 29. Для первого (наиболее информативного) решения канонической корреляция между признаками фитопланктона и показателями окружающей среды, скорректированная на объём наблюдений, составила $R = 0.98$. Т. е. имеет место очень сильная, почти функциональная связь между набором признаков FITO (33 признака), и набором признаков

OKR_SRED (29 признаков). Первая каноническая корреляция статистически значима, уровень её значимости имеет значение $p < 0.0001$. Этот же вывод даёт и другая проверка значимости, приведённая ниже с помощью 4–х критериев (табл. 106).

Таблица 106.

Многомерная статистика канонической корреляции признаков в наборах FITO (33 признака) и OKR_SRED (29 признаков)

Статистика	Значение	F значение	Pr > F
Лямбда Уилкса	0.00000001	7.59	<0.0001
Признак Пиллая	9.26844331	3.83	<0.0001
Признак Хотеллинга–Лоули	81.31221679	20.32	<0.0001
Наибольший корень Роя	35.74636461	291.39	<0.0001

Для проведения более подробного сравнительного анализа рассмотрим нормализованные канонические коэффициенты, т. е. z–преобразованные переменные с нулевым средним и единичным стандартным отклонением. Были рассчитаны коэффициенты связи между признаками обоих наборов (FITO и OKR_SRED) и пятью каноническими осями. Интерес представляют лишь первые канонические оси, так как они имеют максимальные корреляции между собой и потому несут наибольшую информативность. В таблице 107 приведены коэффициенты связи между признаками фитопланктона и канонической осью FITO1, ранжированные в порядке убывания модуля. Поскольку эти коэффициенты безразмерные, стандартизованные, то мы можем их сравнивать между собой. Наибольший вес имеют коэффициенты основных флористических пропорций, можно также выделить общую численность и численность Cyanophyta, однако веса этих признаков значительно меньше. Веса остальных признаков фитопланктона незначительны.

Таблица 107.

Нормализованные канонические коэффициенты для оси FITO1

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси FITO1
VAR58	виды/семейства	92.196
VAR59	подвиды/семейства	-73.037
VAR60	виды/роды	-67.587
VAR61	подвиды/роды	58.403
VAR57	роды/семейства	-10.676

Таблица 107. (окончание)

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси ФІТО1
VAR52	численность общая, кл./л	-2.706
VAR40	численность Суанophyta, кл./л	2.269
VAR56	порядок гиперболы	-0.734
VAR55	константа пересечения	-0.722
VAR45	численность Chlorophyta, кл./л	0.601
VAR39	общее число видов	0.402
VAR43	численность Bacillariophyta, кл./л	0.369
VAR38	число видов Chlorophyta	-0.229
VAR36	число видов Bacillariophyta	-0.202
VAR42	численность Chrysophyta, кл./л	0.138
VAR35	число видов Chrysophyta	-0.081
VAR33	число видов Суанophyta	-0.073
VAR65	средний объем клетки	-0.061
VAR41	численность Dinophyta, кл./л	0.047
VAR47	биомасса Dinophyta, мг/л	-0.047
VAR53	биомасса общая, мг/л	0.044
VAR63	доля мелкоклеточной фракции по биомассе, %	-0.031
VAR44	численность Euglenophyta, кл./л	0.031
VAR49	биомасса Bacillariophyta, мг/л	-0.028
VAR51	биомасса Chlorophyta, мг/л	-0.025
VAR50	биомасса Euglenophyta, мг/л	-0.025
VAR54	индекс биоразнообразия Шеннона по биомассе	-0.023
VAR37	число видов Euglenophyta	-0.021
VAR46	биомасса Суанophyta, мг/л	-0.017
VAR62	доля мелкоклеточной фракции по численности, %	0.016
VAR34	число видов Dinophyta	-0.016
VAR48	биомасса Chrysophyta, мг/л	-0.011
VAR64	биомасса/численность	-0.001

Из таблицы 108 видно, что среди параметров окружающей среды наибольшее значение имеют показатели климата и гидрологии.

Таблица 108.

**Нормализованные канонические коэффициенты для оси
OKR_SRED1**

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси OKR_SRED1
VAR27	среднегодовые осадки, мм	-1.144
VAR4	средняя продолжительность отсутствия льда, сут.	0.758
VAR28	осадки в жаркий квартал (сезон), мм	0.591
VAR29	осадки в холодный квартал (сезон), мм	0.407
VAR26	минимальная температура воздуха в зимний период, °С	0.331
VAR23	высота над уровнем моря, м	0.219
VAR32	градусов, в.д.	0.179
VAR11	pH, единицы	-0.148
VAR7	прозрачность воды, м	0.135
VAR24	среднегодовая температура воздуха, °С	-0.129
VAR20	Si, мг/л	-0.113
VAR8	озерность, %	-0.088
VAR15	NH ₄ , мг/л	-0.083
VAR19	P _{общ} , мг/л	0.071
VAR14	Σсолей, мг/л	0.064
VAR22	Fe _{общ} , мг/л	0.053
VAR5	скорость течения, м/с	0.051
VAR25	максимальная температура воздуха в летний период, °С	-0.044
VAR17	NO ₃ , мг/л	-0.037
VAR6	температура воды, °С	-0.030
VAR9	густота речной сети, км/км ²	-0.030
VAR16	NO ₂ , мг/л	0.020
VAR18	PO ₄ , мг/л	0.020
VAR21	БПК ₅ , мг/л	-0.020
VAR30	индекс динамики местообитаний, единицы	-0.019

Таблица 108. (окончание)

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси ОКР_SRED1
VAR31	градусов, с.ш.	-0.018
VAR12	O ₂ , мг/л	-0.009
VAR13	CO ₂ , мг/л	0.005
VAR10	глубина, м	-0.004

Таким образом, в исследованных наборах признаков, наибольшее влияние окружающей среды испытывает именно флористическая структура фитопланктонных сообществ, и в значительно меньшей степени – их ценотическая структура. Причем среди параметров окружающей среды максимальное воздействие на планктон оказывают климат и гидрологические условия, а точнее продолжительность безледного периода, минимальные зимние температуры воздуха, а также количество осадков. Это подтверждает наши предположения о том, что планктонная флора исследованного региона в значительной степени отражает суровые условия обитания, причем чем более экстремальные условия среды, тем ниже основные флористические пропорции планктона.

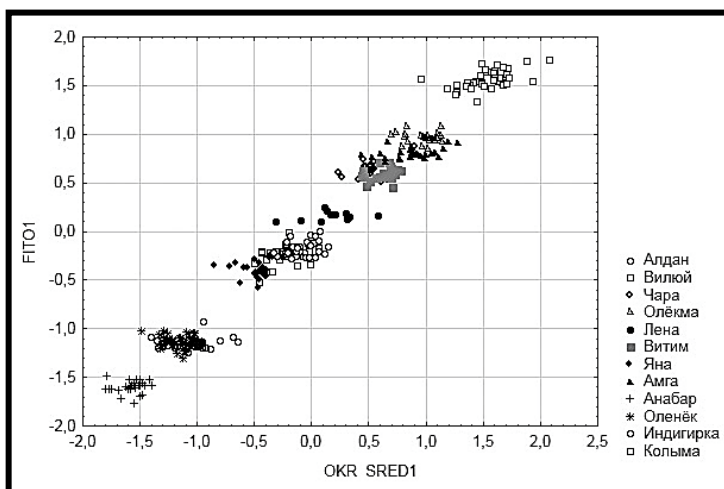


Рисунок 58. Диаграмма рассеяния наблюдений категоризованных по признаку Var1A (Реки) в канонических осях FITO1 (33 признака) и ОКР_SRED1 (29 признаков)

На рисунке 58 вертикальная ось отражает совокупно подмножество признаков фитопланктона, а горизонтальная ось – параметры окружающей среды, классифицированные по 12-ти исследованным рекам. Весь массив отчетливо делится на пять групп. Причем наблюдения из каждой конкретной реки находятся только в одной из этих пяти групп. По обеим каноническим осям максимально удалены друг от друга заполярные реки западной части региона, такие как Оленёк и Анабар от самой восточной из исследованных рек – Колымы, и целой группы рек юга региона – Олекмы, Витима, Чары и Амги. Следовательно, отличия между реками по флористическому составу планктона нарастают не только с юга на север, но и с запада на восток.

Для того чтобы выявить связи между менее значимыми признаками, на следующей стадии в канонический анализ были включены не все показатели фитопланктона, а лишь переменные характеризующие видовое богатство. Скорректированная на объём наблюдений корреляция первого из рассчитанных канонических коэффициентов составила $R = 0.8$. Это несколько меньше, чем на первой стадии анализа, однако связь между видовым богатством и набором признаков OKR_SRED (21 признак) достаточно высокая, причем, уровень её значимости имеет значение $p < 0.0001$. Это подтверждает и другая проверка значимости (табл. 109).

Таблица 109.

Многомерная статистика канонической корреляции признаков в наборах FITO (7 признаков) и OKR_SRED (21 признак)

Статистика	Значение	F значение	Pg > F
Лямбда Уилкса	0.033784	8.31	<0.0001
Признак Пиллая	2.444764	7.18	<0.0001
Признак Хотеллинга–Лоули	5.119902	9.52	<0.0001
Наибольший корень Роя	2.073414	27.74	<0.0001

В таблицах 110 и 111 приведены нормализованные канонические коэффициенты связи между признаками обоих наборов (FITO и OKR_SRED) для первой, наиболее информативной из пяти канонических осей, ранжированные в порядке убывания модуля. Видно, что наибольший канонический вес имеют три признака по оси FITO1: общее число видов и число видов Bacillariophyta и Chlorophyta, значение других анализируемых признаков ничтожно мало.

*Таблица 110.***Нормализованные канонические коэффициенты для оси FITO1**

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси FITO1
VAR39	общее число видов	2.756
VAR36	число видов Bacillariophyta	-1.247
VAR38	число видов Chlorophyta	-1.148
VAR33	число видов Cyanophyta	0.034
VAR37	число видов Euglenophyta	-0.024
VAR34	число видов Dinophyta	0.010
VAR35	число видов Chrysophyta	-0.005

Из таблицы 111 видно, что среди параметров окружающей среды канонический вес распределен между большим количеством признаков, включая параметры химического состава воды, морфометрии и гидрологии. Однако наибольший вес имеют продолжительность безледного периода и географическая широта, на которой были проведены наблюдения. Очевидно, что это два взаимосвязанных параметра, характеризующие суровые экологические условия среды обитания фитопланктона.

*Таблица 111.***Нормализованные канонические коэффициенты для оси OKR_SRED1**

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси OKR_SRED1
VAR4	средняя продолжительность отсутствия льда, сут,	0.618
VAR31	градусов, с.ш.	0.590
VAR12	O ₂ , мг/л	-0.416
VAR6	температура воды, °C	0.401
VAR20	Si, мг/л	-0.397
VAR15	NH ₄ , мг/л	0.379
VAR22	Fe _{общ} , мг/л	-0.348
VAR19	P _{общ} , мг/л	0.292

Таблица 111. (окончание)

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси OKR_SRED1
VAR9	густота речной сети, км/км ²	-0.274
VAR18	PO ₄ , мг/л	-0.237
VAR7	прозрачность воды, м	-0.219
VAR11	pH, единицы	-0.197
VAR8	озерность, %	0.192
VAR17	NO ₃ , мг/л	-0.112
VAR13	CO ₂ , мг/л	0.051
VAR21	БПК ₅ , мг/л	0.046
VAR5	скорость течения, м/с	0.039
VAR10	глубина, м	-0.023
VAR32	градусов, в.д.	-0.018
VAR14	Σсолей, мг/л	0.009
VAR16	NO ₂ , мг/л	-0.005

Графический результат этого анализа с классификацией наблюдений по выделенным кластерам фитопланктона приведен на рисунке 59. Четкой локализации наблюдений по кластерам нет, тем не менее, график позволяет охарактеризовать наблюдения 1-го кластера как содержащие большее число видов в пробе и приуроченные к зоне большей продолжительности безледного периода, в сравнении с наблюдениями из 2-го кластера.

На следующей стадии в канонический анализ из показателей фитопланктона были включены только переменные характеризующие количественное развитие водорослей. Скорректированная корреляция первого канонического коэффициента оказалась меньше чем на предыдущих стадиях анализа, и составила $R = 0.75$. Однако это говорит о высокой степени связи между количественным развитием водорослей и набором признаков OKR_SRED (21 признак), а уровень её значимости имеет значение $p < 0.0001$. Что подтверждается и другой проверкой значимости (табл. 112).

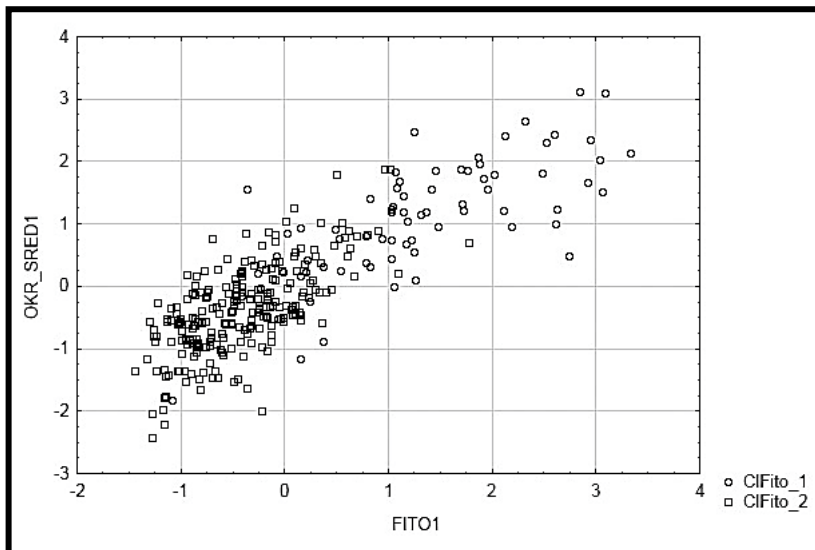


Рисунок 59. Диаграмма рассеяния наблюдений категоризованных по градации CIFito_1-2 в канонических осях FITO1 (7 признаков) и OKR_SRED1 (21 признак)

Таблица 112.

Многомерная статистика канонической корреляции признаков в наборах FITO (15 признаков) и OKR_SRED (21 признак)

Статистика	Значение	F значение	Pг > F
Лямбда Уилкса	0.054228	2.83	<0.0001
Признак Пиллая	2.327528	2.46	<0.0001
Признак Хотеллинга–Лоули	3.870632	3.26	<0.0001
Наибольший корень Роя	1.594867	21.34	<0.0001

Ниже приведены нормализованные канонические коэффициенты связи между параметрами фитопланктона и осью FITO1 (табл. 113). Наибольший канонический вес имеют общая численность фитопланктона и численность Cyanophyta, значения других параметров меньше.

Таблица 113.**Нормализованные канонические коэффициенты для оси FITO1**

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси FITO1
VAR52	численность общая, кл./л	13.306
VAR40	численность Cyanophyta, кл./л	-11.275
VAR45	численность Chlorophyta, кл./л	-2.781
VAR43	численность Bacillariophyta, кл./л	-1.601
VAR47	биомасса Dinophyta, мг/л	1.025
VAR41	численность Dinophyta, кл./л	-0.934
VAR42	численность Chrysophyta, кл./л	-0.764
VAR54	индекс биоразнообразия Шеннона по биомассе	0.738
VAR49	биомасса Bacillariophyta, мг/л	0.559
VAR53	биомасса общая, мг/л	-0.540
VAR48	биомасса Chrysophyta, мг/л	0.309
VAR51	биомасса Chlorophyta, мг/л	0.295
VAR46	биомасса Cyanophyta, мг/л	0.271
VAR44	численность Euglenophyta, кл./л	0.054
VAR50	биомасса Euglenophyta, мг/л	0.021

Из таблицы 114 видно, что наибольшие канонические веса в оси параметров окружающей среды распределены между большим количеством переменных, характеризующих гидрологию, морфометрию и химический состав воды исследованных рек.

Таблица 114.**Нормализованные канонические коэффициенты для оси OKR_SRED1**

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси OKR_SRED1
VAR7	прозрачность воды, м	-0.495
VAR4	средняя продолжительность отсутствия льда, сут.	0.453
VAR15	NH ₄ , мг/л	0.421

Таблица 114. (окончание)

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси OKR_SRED1
VAR19	Р _{общ} , мг/л	0.344
VAR6	температура воды, °C	0.324
VAR20	Si, мг/л	-0.323
VAR9	густота речной сети, км/км ²	-0.311
VAR22	Fe _{общ} , мг/л	-0.294
VAR18	PO ₄ , мг/л	-0.242
VAR32	градусов, в.д.	0.150
VAR5	скорость течения, м/с	0.146
VAR11	pH, единицы	-0.140
VAR17	NO ₃ , мг/л	-0.131
VAR31	градусов, с.ш.	0.118
VAR12	O ₂ , мг/л	-0.109
VAR13	CO ₂ , мг/л	0.105
VAR14	Σ _{солей} , мг/л	-0.101
VAR8	озерность, %	0.061
VAR21	БПК ₅ , мг/л	0.042
VAR16	NO ₂ , мг/л	0.012
VAR10	глубина, м	-0.002

Графический результат анализа, классифицированный по двум кластерам фитопланктона (рис. 60) свидетельствует о том, что наблюдения из разных кластеров четко не локализованы. Однако, очевидно, что для первого кластера (по отношению ко второму) характерна большая общая численность фитопланктона и меньшая численность *Synophyta*. Кроме того, видно, что для наблюдений из первого кластера характерны большие показатели средней продолжительности безледного периода, содержания азота аммонийного и общего фосфора, температуры воды; а для второго кластера – прозрачность воды, содержание кремния, общего железа и фосфатов, и густота речной сети бассейна.

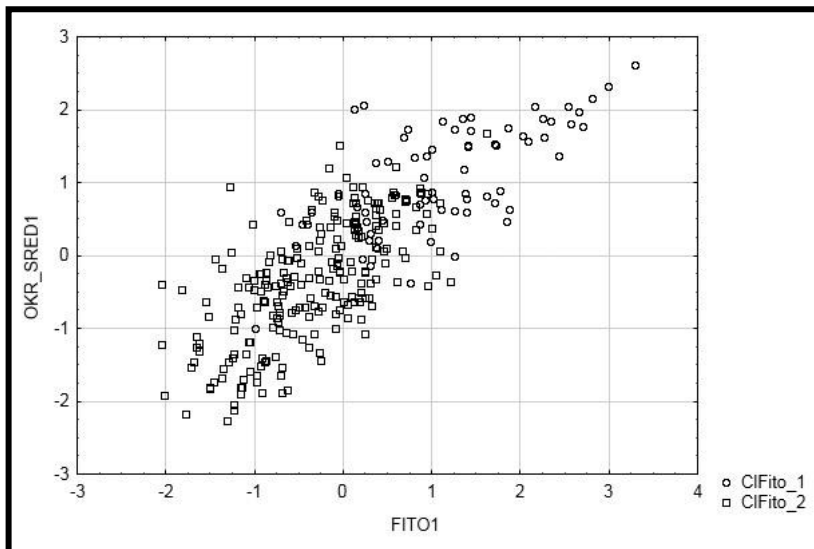


Рисунок 60. Диаграмма рассеяния наблюдений категоризованных по градации CI Fito_1-2 в двух канонических осях FITO1 (15 признаков) и OKR_SRED1 (21 признак)

Размерные показатели фитопланктона, выраженные в канонических коэффициентах, не имели значительных весов на предыдущих стадиях канонического анализа. Для того чтобы определить их связь с параметрами среды и отделить при этом воздействие на анализ более мощных факторов, нами были сформированы два ограниченных набора признаков. В набор FITO на этот раз были включены только размерные показатели, а в OKR_SRED – параметры гидрологии, морфометрии и географические координаты наблюдений. Для первого канонического корня корреляция между признаками фитопланктона и показателями окружающей среды, скорректированная на объём наблюдений, составила $R=0.55$. Следовательно связь между ними не столь высока, как на предыдущих стадиях анализа, однако она является статистически значимой, уровень её значимости имеет значение $p < 0.0001$. Это подтверждает и другая проверка значимости (табл. 115).

Как видно из таблиц 116 и 117, максимальный вес нормализованных коэффициентов первых канонических осей имеют средний объём клетки и продолжительность безледного периода.

Таблица 115.

**Многомерная статистика канонической корреляции признаков
в наборе FITO (4 признака) и OKR_SRED (9 признаков)**

Статистика	Значение	F значение	Pr > F
Лямбда Уилкса	0.550508	5.22	<0.0001
Признак Пиллая	0.519279	4.86	<0.0001
Признак Хотеллинга–Лоули	0.696498	5.59	<0.0001
Наибольший корень Роя	0.492164	16.02	<0.0001

Таблица 116.

Нормализованные канонические коэффициенты для оси FITO1

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси FITO1
VAR65	средний объем клетки, мкм ³	0.736
VAR62	доля мелкоклеточной фракции по численности, %	0.584
VAR64	биомасса/численность	-0.202
VAR63	доля мелкоклеточной фракции по биомассе, %	0.068

Таблица 117.

**Нормализованные канонические коэффициенты
для оси OKR_SRED1**

Маркер признака	Наименование признака	Вес признака в оси OKR_SRED1
VAR4	средняя продолжительность отсутствия льда, сут.	1.410
VAR31	градусов, с.ш.	0.691
VAR32	градусов, в.д.	-0.310
VAR7	прозрачность воды, м	0.188
VAR9	густота речной сети, км/км ²	-0.093
VAR6	температура воды, °C	-0.063
VAR8	озерность, %	0.061
VAR10	глубина, м	0.022
VAR5	скорость течения, м/с	0.014

На рисунке 61 представлен графический результат канонического анализа с классификацией наблюдений по трем кластерам окружающей среды. Вдоль оси OKR_SRED1 кластеры расположены в соответствии с их географическим положением не смотря на то, что четкой локализации наблюдений в кластерах нет. Так, наблюдения 1-го «южного» кластера сконцентрированы преимущественно в области высоких значений вертикальной оси, т. е. там где безледный период продолжительнее. Напротив, 2-й и 3-й «северные» кластеры – в области низких значений, где средняя продолжительность отсутствия льда меньше. Наиболее интересно их расположение вдоль оси FITO1. Видно, что четких границ между наблюдениями отдельных кластеров нет. Однако, если провести вертикальную линию через ноль на горизонтальной оси, то совершенно очевидно, что большая часть наблюдений 1-го «южного» кластера окажется в области положительных значений, а 2-го и 3-го «северных» – в области отрицательных значений. Таким образом, средний объем клетки больше для наблюдений локализованных на юге региона. Очевидно на севере региона, в суровых условиях короткого вегетационного периода, селективное преимущество получают мелкоклеточные виды, с высоким соотношением поверхность/объем и большей скоростью роста популяций, соответствующие классическому г-отбору.

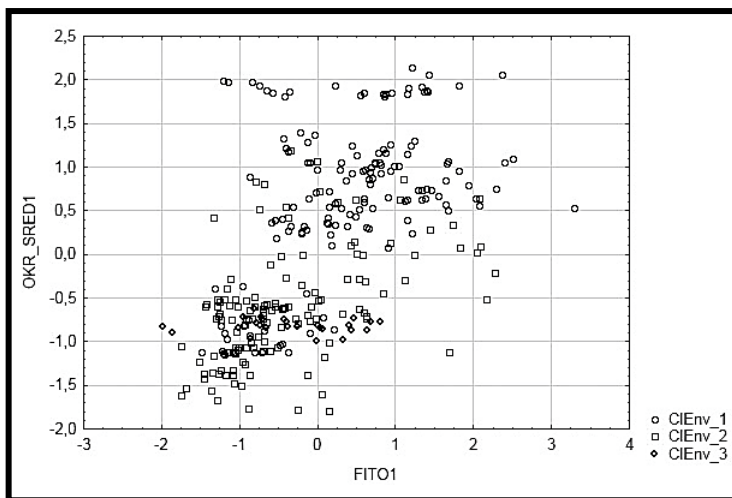


Рисунок 61. Диаграмма рассеяния наблюдений категоризованных по градации ClEnv_1-3 в двух канонических осях FITO1 (4 признака) и OKR_SRED1 (9 признаков)

Как распределились наблюдения между кластерами фитопланктона в тех же канонических осях видно на рисунке 62. Наблюдения 2-го кластера разделились по оси OKR_SRED1, т. е. часть наблюдений в этом кластере, со значениями ниже нуля по вертикальной оси, характеризуется коротким безледным периодом. Эта же часть 2-го кластера расположена правее нулевой отметки по горизонтальной оси, т. е. содержит те наблюдения, где средний объем клеток наименьший. Другая часть второго кластера, расположенная в области положительных значений оси OKR_SRED1, а также большая часть наблюдений 1-го кластера, характеризуются более продолжительным периодом отсутствия льда. Те же наблюдения расположены в положительной области оси FITO1, где средний объем клетки выше. Следовательно, наш предварительный вывод подтверждается – наблюдения, где средний объем клетки меньше, приурочены к областям с коротким безледным периодом и наоборот.

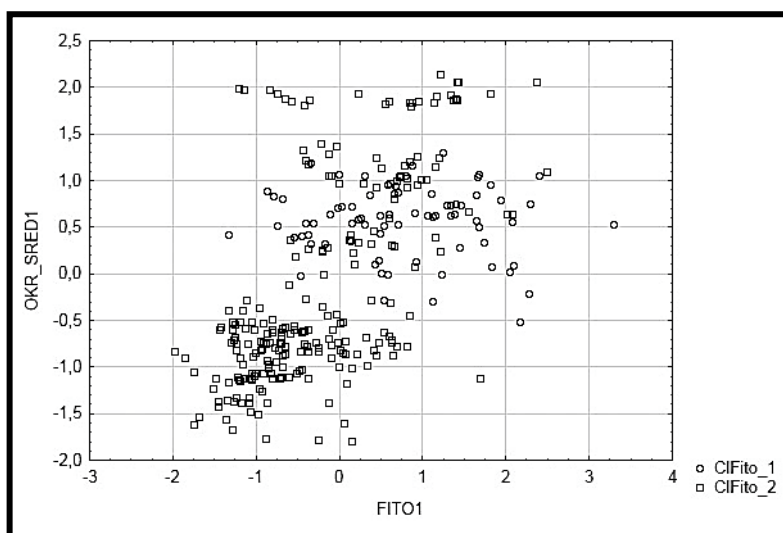


Рисунок 62. Диаграмма рассеяния наблюдений категоризованных по градации CI Fito₁₋₂ в двух канонических осях FITO1 (4 признака) и OKR_SRED1 (9 признаков)

Такой же вывод очевиден, если рассмотреть графический результат, классифицированный по исследованным рекам (рис. 63). Разделив график вертикальной линией через ноль на оси FITO1 можно увидеть, что наблюдения по самым северным рекам региона, таким как

Индигирка, Яна, Анабар и Оленёк, локализованы в левой части графика, т. е. характеризуются меньшим объемом клеток. Наблюдения по рекам центральной и южной части региона локализованы преимущественно правее нулевой вертикали и там средний объем клетки больше.

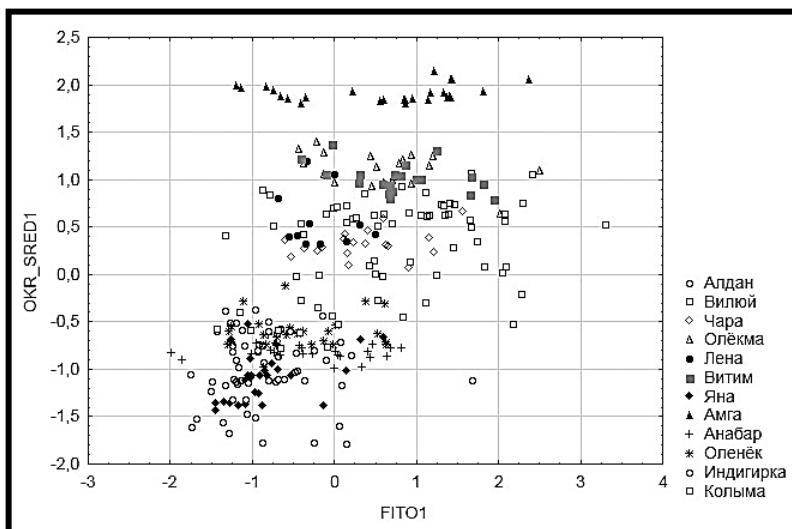


Рисунок 63. Диаграмма рассеяния наблюдений категоризованных по признаку *Var1A* (реки) в двух канонических осях *FITO1* (4 признака) и *OKR_SRED1* (9 признаков)

Заключение к главе

К массиву данных, включающему 33 признака фитопланктона, 29 окружающей среды, а также 3 группирующие переменные, последовательно применен ряд различных методов статистического анализа. На этапе поиска латентных групп среди 303-х наблюдений массива проведена их кластеризация с использованием евклидова расстояния с применением алгоритма Варда. В результате выделено 3 кластера по параметрам окружающей среды и 2 кластера – по показателям фитопланктона. Географически наблюдения всех кластеров хорошо локализованы. В градации *С1Env_1–3* (окружающая среда) 1-й кластер наблюдений расположен в южной части исследованного региона, 2-й – в северной части, а 3-й – объединяет все наблюдения одной самой северной из исследованных рек – Анабара. Максимальное различие между кластерами установлено, главным образом, по показателям

температуры воздуха, продолжительности безледного периода и индексу местообитаний. Следовательно, кластеризация прошла по градиенту усиления неблагоприятных свойств среды от 1-го кластера к 3-му.

Различие кластеров градации ClFito_1–2 основано на флористических пропорциях и общем видовом богатстве фитопланктона. В первом кластере объединились наблюдения рек центра и юго-запада региона с северо-востоком. Во втором кластере локализованы реки арктической зоны и южной горной части региона, причем именно в этом кластере отмечено меньшее видовое богатство и низкие флористические пропорции.

Результаты логистического регрессионного анализа свидетельствуют о том, что максимальное различие наблюдений, т. е. их структура определяется параметрами фитопланктона, а именно четырьмя флористическими отношениями: виды/семейства, подвиды/семейства, виды/роды, подвиды/роды. Ранжирование градаций по средним групповым этим переменным говорит о их тесной связи с географическим расположением, чем дальше на север, тем ниже основные флористические пропорции. Проведенный анализ позволил также охарактеризовать определенные ранее латентные группы наблюдений. Так, кластеры выделенные на основе параметров фитопланктона, наиболее различаются по числу видов в пробе, константе пересечения кривой Виллиса, и густоте речной сети. Первый кластер обладает меньшей густотой речной сети и большим видовым богатством. Причем, как известно, наименьшая густота речной сети характерна для равнинных областей с высокой озерностью. Очевидно, увеличение озерности бассейна влияет на повышение видового богатства речного фитопланктона.

С помощью пошагового дискриминантного анализа данных выявлены две определяющие группы предикторов, которые следует обозначить как флористические и климатические. Установлено, что дискриминация наблюдений в построенных моделях происходит преимущественно по основным флористическим показателям, таким как отношения роды/семейства и виды/семейства, а также порядок гиперболы и константа пересечения. Значительными дискриминирующими факторами являются также параметры климата и географическая широта наблюдения, и это объективно связанные между собой переменные.

В результате факторного анализа, после редукции данных и объединения предикторов, из всего имеющегося массива количественных признаков были выделены две новые переменные: Фитопланктон (фактор 1) и Окружающая Среда (фактор 2). Причем

установлено, что среди признаков окружающей среды определяющими являются климатические и гидрологические параметры, которые в целом характеризуют экстремальность экологических условий района исследований. Определено, что индекс динамики местообитаний (DHI) хорошо применим для экологической стратификации района исследований. Другой важный вывод, что наибольший отклик на изменение условий среды среди всех введенных в анализ параметров фитопланктона проявляют именно флористические показатели, такие как пропорции флоры и константа пересечения.

С применением канонического анализа установлено, что наибольший канонический вес среди параметров окружающей среды характерен для показателя средней продолжительности отсутствия льда. Наиболее тесно этот показатель связан с основными флористическими пропорциями фитопланктона. Менее тесная связь этого показателя выявлена с видовым богатством фитопланктона (общим числом видов и в отделах Chlorophyta и Bacillariophyta), общей численностью фитопланктона и отдела Cyanophyta, а также средним объемом клеток. Следовательно, именно флористический состав планктона исследованного региона в значительной степени отражает суровые условия обитания.

Удалось выяснить, что чем короче безледный период и жестче условия среды, тем ниже флористические пропорции планктона, меньше средний объем клеток и общее число видов, но больше в отделах Chlorophyta и Bacillariophyta, меньше общая численность, но больше численность Cyanophyta.

Наиболее важные графические результаты канонического анализа заключаются в том, что они позволили охарактеризовать наблюдения 1-го кластера, выделенного по параметрам фитопланктона (по отношению ко 2-му кластеру наблюдений фитопланктона), как содержащие большее число видов в пробе и приуроченные к зоне большей продолжительности безледного периода. Кроме того, для наблюдений 1-го кластера характерны большая общая численность фитопланктона и меньшая численность Cyanophyta, большее содержание аммонийного азота и общего фосфора, более высокая температура воды, а для второго кластера – прозрачность воды, содержание кремния, общего железа и фосфатов, и густота речной сети бассейна.

Таким образом, в результате последовательного применения различных методов статистического анализа установлено, что формирование пространственной структуры фитопланктона рек исследованного региона происходит преимущественно под влиянием гидро-климатических условий.

Значительную связь с развитием планктона проявил индекс динамики местообитаний (DHI), что свидетельствует в пользу более широкого применения этого показателя среды для экологической стратификации в альгологических исследованиях.

Следует отметить, что прозрачность воды не показала тесной статистической связи с развитием фитопланктона. Это, очевидно, вызвано тем, что для большинства исследованных рек это весьма непостоянный фактор, так как степень прозрачности быстро меняется в реках региона после обильных осадков или при впадении притоков.

Значимой связи между физико-химическими параметрами и показателями фитопланктона не установлено, и поэтому они не могут быть регулирующим фактором формирования пространственной структуры фитопланктона. Основная причина этого кроется в низкой вариативности данных абиотических параметров в различных реках и отсутствии их существенного градиента. Так например, уровень pH исследованных рек варьирует в небольших пределах от нейтрального до слабощелочного, содержание солей крайне низкое и в большинстве случаев соответствует слабоминерализованным водам, содержание биогенных веществ в их биологически доступной форме также везде одинаково.

Среди показателей фитопланктона наибольшую связь с абиотическими факторами проявляет его флористическая структура, и в меньшей мере – общее видовое богатство. Результаты статистического анализа свидетельствуют о снижении флористических пропорций и числа видов в пробе по градиенту усиления неблагоприятных условий среды. Кроме основных флористических отношений, показательными оказались две производные от кривых Виллиса, построенных на соотношении числа родов и видов: порядок и константа гиперболы. Как известно, флористические пропорции являются производными от другого параметра – доли одновидовых родов и семейств, чем она больше, тем ниже будут флористические пропорции. Причем, рядом исследователей для многих северных регионов отмечена высокая доля одновидовых родов и семейств [22, 125, 156]. Незначительная представленность видов в родах и родов в семействах признана характерным свойством северных флор [86].

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В планктоне 12–ти крупнейших рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири (рр. Лены, Вилюя, Колымы, Алдана, Оленёка, Витима, Индигирки, Амги, Олёкмы, Анабара, Яны и Чары) выявлено 1283 вида водорослей (1637 видов, разновидностей и форм) из 264 родов, 108 семейств, 39 порядков, 15 классов и 9 отделов.

Преобладающими отделами являются диатомовые и зеленые, составляющие 70 % всего состава. Особенность северных флор выражается в большой представленности монотипных родов (56 %).

Неблагоприятные экологические условия (низкая температура воздуха, высокая скорость течения и короткий безлёдный период), характерные для горных рек и рек целиком расположенных за Полярным Кругом, обуславливают невысокие показатели флористических пропорций, индекса биоразнообразия (Hb) и количества активных видов фитопланктона, в сравнении с планктоном равнинных рек, на больших участках протекающих в среднетаежной зоне, а также планктоном самого крупного ленского бассейна.

Большая часть исследованных рек характеризуется преобладанием флоры умеренного пояса над североальпийской. Арктический и альпийский элементы доминирует лишь во флоре планктона пяти горных и заполярных рек. Доля бентосных видов (32 %) незначительно уступает доле факультативно и истинно планктонных видов (34 %). Низкая минерализация вод и нейтральная или слабощелочная реакция среды обуславливают преобладание олигогалобов–индифферентов (36 %), а также алкалифилов и индифферентов по отношению к рН (в сумме 26 %).

Установлено, что уровень видового богатства фитопланктона исследованных рек определяется величиной их бассейна, обуславливающей степень биотопического разнообразия, а также климатическими и гидрологическими условиями.

Численность и биомасса фитопланктона исследованных рек значительно ниже в сравнении с другими крупными реками Сибири, и варьирует в пределах 59–2476 тыс. кл./л и 0.0002–1.4 мг/л. Наибольшая численность характерна для фитопланктона равнинных рек, где преимущественно развиваются мелкоклеточные планктонные формы, поэтому биомасса невелика. Максимальный уровень биомассы отмечен в водохранилищах, а в мезотрофном Вилюйском водохранилище зафиксированы даже случаи "цветения" воды синезелеными водорослями. Увеличение биомассы фитопланктона в горных реках обусловлено заносом водорослей из бентоса.

Диатомовые и зеленые водоросли преобладают в количественном отношении, составляя в среднем для всех исследованных рек 74 % общей численности и 93 % биомассы фитопланктона, что характерно для проточных водоемов. Синезеленые водоросли в силу своих экологических особенностей в большинстве рек развиваются слабо. В планктоне горных рек на юге и на севере региона (Витим, Чара, Олёкма, Индигирка и Яна) синезеленые составляют < 1 % общей численности и биомассы, в равнинных реках, протекающих в зоне средней и северной тайги (Лена, Анабар и Вилюй) – 6 % общей численности. Повышенный уровень численности синезеленых отмечен только в реках Алдан, Колыма, Амга и Оленёк (60 % общей численности), что вызвано влиянием притоков – мелководных, хорошо прогреваемых рек с замедленным течением. Золотистые водоросли заметную роль в развитии фитопланктона играют лишь в двух реках арктического бассейна – Яна (10 % численности и 2 % биомассы) и Индигирка (11 % и 9 %), а также в олиготрофном Колымском водохранилище (71 % и 48 %).

Формирование пространственной структуры фитопланктона рек исследованного региона происходит преимущественно под влиянием климатических (средняя температура воздуха) и гидрологических (продолжительность безлёдного периода) условий. Значимая связь между развитием водорослей и физико–химическими параметрами вод отсутствует, так как градиент среды по этим показателям невелик. Абсолютную связь с развитием фитопланктона также имеет прозрачность воды, так как для большинства исследованных рек это крайне непостоянный фактор, часто меняющийся в течение вегетационного периода. Усиление неблагоприятных свойств среды в направлении с юга на север проявляется в уменьшении основных флористических пропорций, а также снижении общего видового богатства и сдвиге размерных показателей фитопланктона в сторону мелкоклеточных видов.

Классический континуум, т. е. градиентное изменение флористической и ценотической структуры фитопланктона исследованных рек нарушается не только на участках с искусственно трансформированным стоком, но и вследствие заноса водорослей (из водоемов поймы, притоков, донных местообитаний самой реки), естественной резкой смены гидрологического режима (в устьях арктических рек или перед естественным экстремальным сужением русла) или отсутствия градиента среды в условиях слабой приточности реки.

Согласно шкалы трофности С.П. Китаева, реки относятся к олиготрофному и ультраолиготрофному типу. Средние индексы сапробности варьируют от 1.22 до 1.89, и соответствуют олиго– и β-мезосапробной зонам самоочищения; в числе доминантов фитопланктона отсутствуют виды–показатели антропогенного эвтрофирования.

Список литературы:

1. Абакумов В.А. Контроль качества вод по гидробиологическим показателям в системе гидрометеорологической службы СССР // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. С. 93–99.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1954. 199 с.
3. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 269 с.
4. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб: Наука, 2001. 144 с.
5. Алисов Б.П. Климат СССР. М.: Высшая школа, 1969. 104 с.
6. Алпатьев А.М., Архангельский А.М., Подоплелов Н.Я., Степанов А.Я. Физическая география СССР (азиатская часть). М. Высшая школа, 1976. 360 с.
7. Аптон Г. Анализ таблиц сопряженности. М.: Мир. 1982. 126 с.
8. Аффифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982. 488 с.
9. Бабич Д.Б., Коротаев В.Н., Магрицкий Д.В., Михайлов В.Н. Нижняя Индигирка: устьевые и русловые процессы. М.: ГЕОС, 2001. 202 с.
10. Баженова О.П. Фитопланктон Енисея (видовой состав, структура и продуктивность): Автореф. дис. канд. биол. наук. Минск, 1992. 19 с.
11. Баженова О.П. Многолетняя динамика фитопланктона бассейна реки Иртыш (состояние и тенденции): Автореф. дис. докт. биол. наук. М., 2005а. 43 с.
12. Баженова О.П. Многолетняя динамика фитопланктона и состояние экосистемы Среднего Иртыша // Исследовано в России [Электронный ресурс]. 2005б. Т. 8. С. 1953–1959 <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/188.pdf>.
13. Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005в. 246 с.
14. Баженова О.П. Видовой состав и эколого-географическая характеристика водорослей среднего Иртыша // Вестник Омского государственного педагогического университета. Естественные науки и экология [Электронный ресурс]. 2006. <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-35.pdf>.
15. Баринаева С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.
16. Барышев И.А., Кухарев В.И., Круглова А.Н. Влияние проточного озера на структуру зообентоса реки (на примере оз. Кедрозера, р. Лижмы, бассейна Онежского озера) // Материалы XXVIII международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск, 2009. С. 66–72.

17. Бенинг А.Л. О планктоне р. Лены // Изв. биол.–геогр. НИИ при Вост.–Сиб. гос. ун.–те им. А.А.Жданова. Иркутск, 1942. Т. 9, вып. 3–4. С. 217–230.
18. Богатов В.В. Экология речных сообществ Российского Дальнего востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 210 с.
19. Богатов В.В. Комбинированная концепция функционирования речных экосистем // Вестник ДВО РАН. 1995. Т. 61, №3. С. 51–61.
20. Богатов В.В. Формирование речного континуума // Тезисы докладов IV международной конференции «Современные проблемы гидроэкологии». Санкт–Петербург, 2010. С. 26.
21. Бондаренко Н.А. Фитопланктон горных озёр Восточной Сибири // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2006. Т. 8, № 1. С. 176–190.
22. Бондаренко Н.А., Томберг И.В., Логачёва Н.Ф., Тимошкин О.А. Фитопланктон и гидрохимия рек Витим, Мама и Чуя (Забайкалье, бассейн реки Лены) // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2010. Т. 3, № 4. С. 70–81.
23. Васильева И.И. Пресноводные эвгленовые и желтозеленые водоросли водоемов Якутии. Л.: Наука, 1987. 265 с.
24. Васильева И.И. Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии. Якутск: Изд–во ЯНЦ СО АН СССР, 1989а. 48 с.
25. Васильева И.И. Водоросли водоемов криолитозоны СССР: систематический состав, экология, распространение (на примере Якутии): Автореф. дис.... докт. биол. наук. Кишинев, 1989б. 50 с.
26. Васильева И.И., Габышев В.А. Фитопланктон нижнего течения р. Лены // Экологические и генетические исследования в Якутии: Тез. докл. науч. конф. Якутск, 1995. С. 22.
27. Васильева И.И., Пшеничкова Е.В. Водоросли реки Колымы и водоемов ее бассейна (Россия) // Альгология. 1996. Т.6, № 1. С. 35–41.
28. Васильева И.И., Ремигайло П.А. Водоросли Вилюйского водохранилища. Якутск: Изд–во ЯФ СО АН СССР, 1982. 115 с.
29. Васильева И.И., Ремигайло П.А. Флора пресноводных водорослей Ленской дельты. Якутск, 1986. 24 с. [Рукопись]. Деп. в ВИНТИ. No2414–В86.
30. Васильева И.И., Ремигайло П.А., Соколова Л.С. Санитарно–биологическая характеристика отдельных участков рек Лены, Олекмы, Чуруодокана // Биологические проблемы Севера: БНТИ. Якутск: Изд–во ЯНЦ СО АН СССР, 1984. С. 10–12.
31. Васильева И.И., Ризванова Р.Г. Водоросли дельты реки Лены // Биологические проблемы Севера: БНТИ. Якутск: Изд–во ЯНЦ СО АН СССР, 1976. С. 8–9.
32. Васильева–Кралина И.И., Габышев В.А. Водоросли р. Лены в зоне влияния г. Якутска и его окрестностей // Сб. науч. тр. БГФ ЯГУ. Якутск: Изд–во ЯГУ, 1998. С. 32–36.

33. Васильева–Кралина И.И., Копырина Л.И., Пшенникова Е.В. Водоросли бассейна реки Колымы // *Материалы II всероссийской конференции «Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге»* [Электронный ресурс]. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 198–200.
34. Васильева–Кралина И.И., Пшенникова Е.В. Водоросли // *Прикладная экология Амги*. Якутск: изд–во ЯНЦ СО РАН, 2000. С. 80–84.
35. Васильева–Кралина И.И., Ремигайло П.А., Габышев В.А., Пшенникова Е.В., Иванова А.П., Копырина Л.И. Водоросли // *Разнообразие растительного мира Якутии*. Новосибирск: изд–во СО РАН, 2005. С. 150–272.
36. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли: Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
37. Венглинский Д.Л., Лабутина Т.М., Огай Р.И. и др. Особенности экологии гидробионтов нижней Лены. Якутск: Изд. ЯФ СО АН СССР, 1987. 184 с.
38. Водные пути бассейна р. Лены. М.: Изд–во «Микис». 1995. 600 с.
39. Возженникова Т.Ф. Водоросли р. Катунь и ее притоков в районе курорта Чемал // *Изв. СО АН СССР*. 1958. № 8. С. 114–125.
40. Воробьева С.С. Фитопланктон // *Биология Усть–Илимского водохранилища*. Новосибирск: Наука, 1987. С. 8–82.
41. Воронихин Н.Н. Несколько слов о содержании понятия “фитопланктон пресных вод” // *Ботан. журн*. 1950. Т. 35, №6. С. 195–198.
42. Габышев В.А. Некоторые аспекты антропогенного воздействия на альгофлору р. Лены // *Молодежь и наука РС(Я): Тез. докл. респ. науч.–практич. конф.– Якутск, 1996а*. С. 8.
43. Габышев В.А. Оценка качества воды р. Лены в районе г. Якутска и его окрестностей // *Студент и научно–технический прогресс: Тез. докл. XXXIV Междунар. науч. студ. конф.* Новосибирск, 1996б. С. 35.
44. Габышев В.А. Современный состав водорослей и оценка качества воды дельты р. Лены // *Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: Тез. докл. второй российск. конф.* Красноярск, 1996в. С. 57.
45. Габышев В.А. Сапробиологическое состояние участка р. Лены в зоне влияния г. Якутска и пригорода // *Лаврентьевские чтения: Тез. докл. науч. конф.* Якутск, 1998. С. 38–39.
46. Габышев В.А. Водоросли планктона реки Лены в зоне влияния г. Якутска: Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 1999а. 16 с.
47. Габышев В.А. Особенности распределения фитопланктона по руслу реки Лены на участке Табага – Кангалассы // *Флора и растительность Якутии: Сборн. науч. статей*. М., 1999б. С. 36–38.
48. Габышев В.А. Антропогенное влияние на пространственную структуру фитопланктона участка р. Лены // *Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: Тез. докл. междунар. науч. конф.* Т. III. Томск, 2000. С. 15–16.

49. Габышев В.А. Новые виды водорослей в планктоне участка Средней Лены // Флора и фауна особо охраняемых природных территорий республиканской системы Ытык Кэрэ Сирдэр: Сборн. науч. статей. Якутск: Кудук, 2001а. С. 153–155.
50. Габышев В.А. Оценка влияния г. Якутска и пригорода на качество воды р. Лены по сапробности водорослей планктона // Республиканская научно–практич. конф. «Экологическая безопасность реки Лены (мониторинг, природные и технические катаклизмы)». Якутск, 2001б. С. 78–79.
51. Габышев В.А. О составе и распределении фитопланктона на участке р. Лены в районе г. Якутска и его пригорода // Сборн. статей Саха–Финской конференции посвященной 100–летию экспедиции Каяндера по р. Лене «Проблемы ботанических и лесоводственных исследований в РС(Я) и Финляндии». Якутск, 2003. С. 31–36.
52. Габышев В.А. Водоросли планктона водоемов бассейна р. Молодо (Россия, Якутия) // Гидробиологический журнал. 2008а. Т. 44, № 3. С. 12–18.
53. Габышев В.А. Современное состояние водорослей планктона водоемов в районе проектируемого нефтепровода системы ВСТО (Якутия) // Материалы международной конференции: «Современное состояние водных биоресурсов». Новосибирск, 2008б. С. 8–11.
54. Габышев В.А. Фитопланктон водоемов бассейна Средней Лены (Якутия) // Тезисы докладов Международной конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 4». Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008в. С. 31.
55. Габышев В.А. Фитопланктон некоторых притоков Средней Лены // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: материалы XII съезда Русского ботанического общества. Ч. 2. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008 г. С. 21–23.
56. Габышев В.А. Фитопланктон водоемов бассейна средней р. Лены в районе проектируемого нефтепровода (Якутия, Россия) // Альгология. – 2009а. – Т. 19, № 1.– С. 103–112. Gabyshev V.A. Phytoplankton of water bodies in the area of the planned oil pipeline (Russia, Yakutia) // International Journal on Algae.– 2009.– Vol. 11, № 1.– P. 73–83 DOI: 10.1615/InterJAlgae.v11.i1.70.
57. Габышев В.А. Устройство для концентрирования фитопланктона под давлением // Альгология. 2009б. Т. 19, № 3. С. 318–320.
58. Габышев В.А. К изучению таксономического состава фитопланктона р. Анабар // Материалы IV международной научной конференции «Проблемы изучения растительного покрова Сибири». Томск: Изд–во Томского ун–та, 2010а. С. 286–289.
59. Габышев В.А. К изучению таксономического состава фитопланктона р. Оленёк // Материалы Всероссийской научной конференции «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии». Иркутск: Изд–во Ин–та географии СО РАН, 2010б. С. 63–66.

60. Габышев В.А. Таксономический состав фитопланктона р. Индигирки // Материалы всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы сохранения биоразнообразия в северных регионах». Апатиты–Кировск: Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН, 2010в. С. 11–12.
61. Габышев В.А. Особенности таксономического состава фитопланктона р. Амга // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Чтения памяти Л.М. Черепнина: материалы Пятой Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 2011а. Т. 1. С. 141–148.
62. Габышев В.А. Особенности таксономического состава фитопланктона р. Яны // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: материалы II Международной научной конференции. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2011б. С. 154–155.
63. Габышев В.А. К изучению пространственной структуры фитопланктона р. Колымы (Россия) // Материалы IV международной конференции “Актуальные проблемы современной альгологии». Киев, 2012а. С. 64–66.
64. Габышев В.А. К изучению пространственной структуры фитопланктона р. Витим // Материалы всероссийской конференции «Биологические проблемы криолитозоны». Якутск, 2012б. С. 40–41.
65. Габышев В.А. К изучению таксономического состава фитопланктона реки Чара // «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана»: материалы всероссийской конференции. – Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2013 С. 189–191 [Электронный ресурс] <http://ib.komisc.ru/add/conf/tundra>.
66. Габышев В.А., Габышева О.И. Водоросли планктона реки Анабар // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 324. С. 354–359.
67. Габышев В.А., Габышева О.И. К изучению фитопланктона и физико-химических параметров вод р. Оленек // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010а. № 3. С. 51–55.
68. Габышев В.А., Габышева О.И. К изучению фитопланктона и химического состава вод р. Анабар // Материалы 2-ой международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов». Новосибирск, 2010б. С. 181–184.
69. Габышев В.А., Габышева О.И. Качество вод реки Анабар на основе анализа структуры фитопланктона и гидрохимических показателей // Сибирский экологический журнал. 2010 в. Т. 17, № 4. С. 563–570 Gabyshev V.A., Gabysheva O.I. Water quality of the Anabar River indicated by phytoplankton structure and hydrochemical characteristics // Contemporary Problems of Ecology. 2010. Vol. 3, № 4. P. 395–400, DOI: 10.1134/S1995425510040053.
70. Габышев В.А., Габышева О.И. Особенности развития фитопланктона и физико-химические свойства вод реки Яны в летний период // Известия Иркутского государственного университета Серия «Биология. Экология». 2010 г. Т. 3, № 4. С. 82–94.

71. Габышев В.А., Габышева О.И. Особенности развития фитопланктона и физико-химических свойств воды р. Индигирка // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2011а. № 3. С. 42–50.
72. Габышев В.А., Габышева О.И. Особенности развития фитопланктона и физико-химических свойств воды среднего и нижнего Вилюя и Светлинского водохранилища // Проблемы региональной экологии. 2011б. № 3. С. 45–54.
73. Габышев В.А., Габышева О.И. Современное состояние фитопланктона и химического состава вод р. Амга // Сибирский экологический журнал. 2011в. Т. 18, № 1. С. 23–31 Gabyshev V.A., Gabysheva O.I. Phytoplankton of the Amga River and chemical composition of the water: Contemporary State // Contemporary Problems of Ecology. 2011. Vol. 4, №1. P. 15–20, DOI: 10.1134/S1995425511010036.
74. Габышев В.А., Габышева О.И. Структура фитопланктона р. Чары (Восточная Сибирь) и среда его обитания в начале летнего периода (июнь) // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г.Белинского. Естественные науки. 2012. № 29. С. 144–151.
75. Габышев В.А., Габышева О.И. Структура летнего фитопланктона р. Олёкмы (Восточная Сибирь) и среда его обитания // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2013а. Вып. 1(13). С. 25–31.
76. Габышев В.А., Габышева О.И. Структура летнего (июль) фитопланктона р. Витим и среда его обитания // Вестн. С.–Петерб. ун–та. Сер. 3. 2013б. Вып.1. С. 16–27.
77. Габышев В.А., Габышева О.И. Структура фитопланктона и физико-химические параметры вод Колымского водохранилища в летний период // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2013в.– № 2(34).– С. 40–47.
78. Габышев В.А., Габышева О.И. Структура фитопланктона и физико-химические параметры вод реки Колымы (Северо-Восточная Сибирь) в летний период // Сибирский экологический журнал. – 2013 г.– Т. 20, № 3. – С. 341–351 Gabyshev V.A., Gabysheva O.I. The structure of phytoplankton and physicochemical characteristics of the Kolyma River (Northeastern Siberia) in summer // Contemporary Problems of Ecology. – 2013. – V. 6, № 3.– P. 349–360, DOI: 10.1134/S1995425513030074.
79. Габышев В.А., Иванова А.П. Фитопланктон участка среднего течения р. Лены и ее некоторых притоков в районе НПП «Ленские Столбы» // Национальный природный парк «Ленские Столбы»: геология, почвы, растительность, животный мир, охрана и использование: Сборн. науч. статей. Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2001. С. 55–60.
80. Габышев В.А., Ремигайло П.А. Таксономический состав фитопланктона реки Алдан (Якутия) // Ботанический журнал. 2009. Т. 94, № 12. С. 1771–1777.

81. Габышев В.А., Ремигайло П.А. К изучению таксономического состава фитопланктона реки Алдан // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: материалы IX Международной научно-практической конференции. Барнаул: АзБука, 2010. С. 60–62.
82. Габышев В.А., Ремигайло П.А., Габышева О.И. Пространственная структура и среда обитания фитопланктона реки Алдан // Известия Иркутского государственного университета Серия «Биология. Экология». 2012. Т. 5, № 2. С. 61–69.
83. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Мысль, 1978. 512 с.
84. Географический атлас. Отв. редактор Л.Н. Колосова. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1982. 128 с.
85. Гецен М.В. Водоросли // Флора и фауна водоёмов Европейского Севера (на примере Большеземельской тундры). Л., 1978. С. 11–20.
86. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.
87. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. М.: Прогресс, 1976. 496 с.
88. Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Наука, 1951. Вып. 1. 178 с.
89. Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование // Изв. Всес. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1957. Т. 41. 236 с.
90. Гржибовский А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) // Экология человека. 2008 а. № 6., С. 58–68.
91. Гржибовский А.М. Выбор статистического критерия для проверки гипотез // Экология человека. 2008 б. № 11. С. 48–57.
92. Гуков А.Ю. Гидробиология устьевой области реки Лены. М: Научный мир, 2001. 288 с.
93. Гусева К.А. К методике учета фитопланктона // Тр. ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959. Т. 2, Вып. 5. С. 44–51.
94. Десяткин Р.В., Оконешникова М.В., Десяткин А.Р. Почвы Якутии. Якутск: Изд-во Бичик, 2009. 64 с.
95. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1988. Т. 2. 116 с.
96. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. 172 с.
97. Еловская Л.Г., Коновровский А.К., Саввинов Д.Д. Мерзлотные засоленные почвы Центральной Якутии. М.: Наука, 1966. 275 с.
98. Ермолаев В.И., Ремигайло П.А., Габышев В.А. Водоросли планктона водоёмов бассейна озера Таймыр // Сибирский экологический журн. Т. X, 2003. С. 381–387.

99. Жадин В.И., Родина А.Г. Биологические основы водоснабжения и очистки вод // М.;Л.: Изд-во АН СССР. 1950. С. 779–818.
100. Жукинский В.Н., Оксикюк О.П., Цееб Я.Я. и др. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и ее применение для анализа качества вод // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. С. 45–53.
101. Зилев Е.А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем). Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. 147 с.
102. Зубарев А.Н. Зооценозы малых рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа в условиях антропогенного воздействия: Автореф. дис. канд. биол. наук. Москва, 2009. 23 с.
103. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989. 215.
104. Кириллов Ф.Н., Кириллов А.Ф., Лабутина Т.М. Биология Вилюйского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1979. 272 с.
105. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Собакина И.Г., Соколова В.А., Ушницкая Л.А., Иванов Е.В., Соломонов Н.М. Биология реки Анабар. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007. 224 с.
106. Киселев И.А. Фитопланктон озер Центральной Якутии по материалам лимносъемки 1932 г. // Исследования озер СССР: Тр. Гос. Гидрол. ин-та. Л.: Изд-во Гос. Гидрол. ин-та, 1935. Вып. 8. С. 51–84.
107. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 258 с.
108. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1980. Т.2. 440 с.
109. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
110. Климат Якутской АССР (атлас). Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 33 с.
111. Кобанова Г.И. Фитопланктон реки Ангары и влияние на него антропогенных факторов: Автореф. дис. канд. биол. наук. Иркутск, 1980. 18 с.
112. Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. Кн. 1. Ашхабад: Ылым, 1972. 250 с.
113. Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. Кн. 2. Ашхабад: Ылым, 1973. 210 с.
114. Кожевникова Н.А. Видовая структура фитопланктона Красноярского водохранилища (1977–2000 гг.) // Современные проблемы гидробиологии Сибири: тез. докл. Всеросс. конф. Томск, 2001. С. 48–50.
115. Комаренко Л.Е. Флора водорослей бассейна среднего течения реки Лены и реки Индигирки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1956а. 19 с.

116. Комаренко Л.Е. Характеристика флоры водорослей и зоопланктона водоемов бассейна среднего течения р. Лены: труды ин-та биологии ЯФ Сиб. отд. АН СССР. Якутск: Изд. ЯФ СО АН СССР, 1956б. Вып. 2. С. 145–212.
117. Комаренко Л.Е. К изучению флоры водорослей реки Индигирки. Изв. Вост. филиалов АН СССР, 1957, № 4–5, С. 203–219.
118. Комаренко Л.Е. Диатомовые водоросли р. Колымы // Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1960. № 3. С. 81–86.
119. Комаренко Л.Е. Гидробиологическая изученность пресных водоемов Якутии // Основные итоги биологических исследований в Якутской АССР. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО АН СССР, 1967. С. 65–70.
120. Комаренко Л.Е. Планктон бассейна реки Яны. М.: Наука, 1968. 151 с.
121. Комаренко Л.Е., Васильева И.И. К исследованию водорослей (микрофлоры) бассейна р. Оленёк // Любите и охраняйте природу Якутии. Якутск, 1967. С. 103–110.
122. Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Некоторые данные о водорослях реки Анабар в летний период // Ботанические материалы по Якутии. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1975. С. 78–86.
123. Комулайнен С.Ф. Формирование речного континуума на примере фитоперифитона малых рек восточной Фенноскандии // Материалы всероссийской конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана». Борок, 2008. С. 24–30.
124. Комулайнен С.Ф., Круглова А.Н., Барышев И.А. Структура гидробиоценозов в некоторых реках карельского побережья Белого моря // Материалы IX международной конференции «Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря». Петрозаводск, 2005. С. 156–164.
125. Комулайнен С.Ф., Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г. Альгофлора озёр и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2006. 81 с.
126. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1986. 472 с.
127. Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. Кострома: Костромской печатный дом, 2015. 284 с.
128. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.
129. Кузьмин Г.В. Фитопланктон // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 73–87.
130. Кузьмин Г.В. Таблицы для вычисления биомассы водорослей: Препринт. Магадан: Изд-во СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. 47 с.
131. Кузьмин Г.В. Видовой состав фитопланктона водоемов зоны затопления Колымской ГЭС: Препринт. Магадан: Институт биологических проблем Севера ДВНЦ АН СССР, 1985. 41 с.

132. Кузьмин Г.В. Биомасса и структура планктонных фитоценозов пойменных водоемов зоны затопления Колымской ГЭС // Экология, распространение и жизненные формы растений Магаданской области. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 83–98.
133. Кузьмин Г.В., Охапкин А.Г., Ильинский А.Л. Фитопланктон как индикатор сапробности вод Главного плеса Рыбинского водохранилища // Тр. ИБВВ АН СССР. 1978. № 40/43. С. 36–52.
134. Кузьмина А.Е., Леонова Г.А. К характеристике фитопланктона среднего Енисея // Комплексные исследования экосистем бассейна реки Енисей. Красноярск: Изд-во КрасГУ, 1985. С. 125–133.
135. Куксн М.С., Левадная Г.Д., Попова Т.Г., Сафонова Т.А. Водоросли Оби и ее поймы / Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1972. Ч. 2, Вып. 4. С. 3–44.
136. Кухаренко Л.А. Водоросли пресных водоемов Приморского края. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 152 с.
137. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
138. Ланг Т.А., Сессик М. Как описывать статистику в медицине. Аннотированное руководство для авторов, редакторов и рецензентов. М.: Практическая медицина, 2011. 480 с.
139. Левадная Г.Д. Микрофитобентос реки Енисей. Новосибирск: Наука, 1986. 286 с.
140. Леонов В.П. Обработка экспериментальных данных на программируемых микрокалькуляторах (прикладная статистика на Б334, МК52, МК54, МК56, МК61). Томск: Изд-во Том. унта, 1990. 376 с.
141. Лукина С.А., Пестрякова Л.А. Диатомовые водоросли озер бассейна р. Анабар (в районе п. Юрюнг–Хая) // Наука и образование. 2006. № 2. С. 13–17.
142. Макарова И.В., Пичкилы Л.О. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы планктона // Ботан. журн. 1970. Т. 55, № 10. С. 1448–1494.
143. Малышев Л.И. Флористические спектры Советского Союза / История флоры и растительности Евразии. Л.: Наука, 1972. С. 17–40.
144. Матвеев А.Н., Самусенок В.П, Рожкова Н.А и др. Биота Витимского заповедника: структура биоты водных экосистем. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2006. 256 с.
145. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л.: Наука, 1981. 32 с.
146. Михеева Т.М. Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. Минск, 1983. 72 с.
147. Музафаров А.М. Флора водорослей горных водоемов Средней Азии. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1958. 379 с.

148. Мюллер З.П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике. М.: Финансы и статистика, 1982. 278 с.
149. Науменко Ю.В. Структура фитопланктона Средней Оби // Ботан. журн. 1985а. Т. 70, № 10. С. 1381–1385.
150. Науменко Ю.В. Фитопланктон Оби, Нижнего Иртыша и его изменения под воздействием антропогенных факторов: Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 1985б. 16 с.
151. Науменко Ю.В. О составе фитопланктона Нижнего Иртыша // Изв. Сиб. Отд. АН СССР, серия биол. наук. 1986. Вып. 1. С. 45–50.
152. Науменко Ю.В. Фитопланктон реки Конда // Изв. СО АН СССР. Серия биол. наук. 1988а. № 14. Вып. 2. С. 66–70.
153. Науменко Ю.В. Характеристика состава фитопланктона реки Демьянки // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. 1988б. № 20. Вып. 3. С. 48–52.
154. Науменко Ю.В. Видовой состав фитопланктона р. Чулым и его анализ // Сиб. экол. журнал. 1991. № 2. С. 28–33.
155. Науменко Ю.В. Видовой состав и экологическая характеристика синезеленых водорослей Оби // Сибирский биологический журнал. 1993. Вып. 4. С. 23–28.
156. Науменко Ю.В. Фитопланктон реки Оби: Автореф. дис. докт. биол. наук. Новосибирск, 1996. 33 с.
157. Науменко Ю.В. Доминанты фитопланктона реки Оби // Ботанический журнал. 1998. Т. 83. № 10. С. 35–41.
158. Науменко Ю.В., Нечаева М.С. Видовой состав зимнего фитопланктона Новосибирского водохранилища // Сибирский экологический журнал. 2000. № 2. С. 173–176.
159. Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., Решетняк О.С. Устьевая область р. Колыма в современных условиях антропогенного воздействия // Метеорология и гидрология. 2011, № 8. С. 74–88.
160. Никулина В.Н. Фитопланктон северных озер и его взаимоотношения с зоопланктоном: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л, 1977. 23 с.
161. Никулина Т.В. Таксономическая структура и эколого–географическая характеристика альгофлоры бассейна реки Раздольной (Приморье) // Чтения памяти В.Я. Леванидова Вып. 3. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 221–236.
162. Новаковский А.Б. Обзор современных программных средств, используемых для анализа геоботанических данных // Растительность России. 2006. № 9. С. 86–96.
163. Ноговицын Д.Д. Водные ресурсы Якутской АССР и их использование. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1985. 124 с.
164. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

165. Оксийук О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–76.
166. Охупкин А.Г., Кузьмин Г.В. Сапробность вод Волги и Камы // Информ. бюлл. биол. внутр. вод. Л.: Наука, 1977. № 36. С.49–52.
167. Охупкин А.Г., Кузьмин Г.В. Оценка сапробности волжских водохранилищ по фитопланктону // Водные ресурсы. 1978а. № 1. С. 187–190.
168. Охупкин А.Г., Кузьмин Г.В. Общая характеристика сапробности водохранилищ волжского каскада по видовому составу и количественному развитию индикаторных видов фитопланктона // Волга и ее жизнь. Л.: Наука, 1978б. С. 140–145.
169. Охупкин А.Г. Динамика состава массовых видов фитопланктона при эвтрофировании и зарегулировании речного стока (на примере р. Волги) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия биология. 1999. № 1. С. 5–10.
170. Охупкин А.Г. История и основные проблемы исследования речного фитопланктона // Ботанический журнал. 2000. Т. 85, № 10. С. 1–14.
171. Перечень ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / под ред. М.Л. Кашинцева, О.А. Черникова, Н.А. Шиленко, С.А. Соколова, С.Н. Анисова. М., 1995. 141 с.
172. Потапова М.Г. Экология водорослей рек Охотско–Кольмского нагорья: Автореф. дис. канд. биол. наук. Санкт–Петербург, 1993. 26 с.
173. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. Киев: Наукова думка. 1981. 278 с.
174. Приймаченко А.Д., Баженова О.П. Современное состояние фитопланктона Енисея и его изменение в результате антропогенного влияния // Водные ресурсы. 1990. № 3. С. 104–113.
175. Приймаченко А.Д., Шевелева Н.Г., Покатилова Т.Н. и др. Продукционно–гидробиологические исследования Енисея. Новосибирск: Наука, 1993. 197 с.
176. Ракицкий П.Ф. Биологическая статистика. Изд. 3–е, испр. Минск: Высшейш. школа, 1973. 320 с.
177. Ремигайло П.А. О "цветении" воды Вилюйского водохранилища // БНТИ. Якутск: Изд–во ЯФ СО АН СССР, 1976, июль. С. 11.
178. Ремигайло П.А. Альгофлора водоемов проектируемого Усть–Ленского заповедника // Биолого–экономические исследования местной растительности и интродуцируемой флоры Якутии: БНТИ. Якутск: Изд–во ЯНЦ СО АН СССР, 1983. С. 5–6.
179. Ремигайло П.А. Альгофлора водоемов некоторых участков Нижней Лены // Биологические проблемы Севера: Тез. докл. IX симпозиума. Якутск, 1986. Вып. 2. С. 51–52.
180. Ремигайло П.А. Особенности сезонной динамики фитопланктона Нижней Лены // Проблемы экологии Прибайкалья: тез. докл. III Всесоюзн. конф. Ч. 2. Иркутск, 1988. С. 128.

181. Ремигайло П.А. Фитопланктон реки Вилюй и Вилюйского водохранилища: Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 1995. 16 с.
182. Ремигайло П.А., Габышев В.А. Особенности развития фитопланктона средней Лены (Россия) // Альгология. 1999. Т. 9, № 2. С. 122–123.
183. Ремигайло П.А., Габышев В.А. К изучению фитопланктона Светлинского водохранилища (Якутия) // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: материалы международной научно–практической конференции. – Пермь, 2011. – Т. 4. – С. 109–112.
184. Ремигайло П.А., Габышев В.А. Пространственная изменчивость таксономической структуры фитопланктона р. Лены // Наука и образование. 2012а. № 1(65). С. 65–69.
185. Ремигайло П.А., Габышев В.А. Структура планктонных сообществ водорослей р. Вилюй // Проблемы региональной экологии. 2012б. № 1. С. 92–101.
186. Ремигайло П.А., Габышев В.А., Габышева О.И. Фитопланктон и химический состав воды средней Лены в зоне воздействия антропогенных факторов // Проблемы региональной экологии. 2010. № 2. С. 137–141.
187. Ремигайло П.А., Габышев В.А., Габышева О.И., Климовский А.И. Фоновые сведения о планктоне и гидрохимии р. Амга // Проблемы региональной экологии. 2010. № 4. С. 66–73.
188. Ремигайло П.А., Соколова Л.С. Состав и распределение фитопланктона в верхнем течении реки Вилюй // Ботанические исследования в криолитозоне. Якутск: Изд–во ЯНЦ СО РАН, 1992. С. 22–29.
189. Ресурсы поверхностных вод СССР. Северо–Восток. Т. 19. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 602 с.
190. Ресурсы поверхностных вод СССР. Ленско–Индигорский район. Т. 17. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 651 с.
191. Рожкова О.Ю. Водоросли водотоков Олёкминского заповедника (таксономия, экология, качество воды): Автореф. дис. канд. биол. наук. Якутск, 1998. 22 с.
192. Рожкова О.Ю., Васильева–Кралина И.И., Рожков Ю.Ф. Особенности сезонной динамики развития фито– и бактериопланктона водотоков Олекминского заповедника (Республика Саха, Якутия) // Альгология. 1997, Т. 7, № 2, С. 166–170.
193. Романов Р.Е. Сезонная динамика таксономического состава фитопланктона рек Барнаулка и Большая Лосиха (бассейн Верхней Оби) // Сибирский ботанический вестник: электронный журнал. 2006. Т. 1, Вып. 1. С. 49–58.
194. Саввинов Д.Д., Саввинов Г.Н., Тяптиргянов М.М. и др. Экология верхней Амги. Якутск: изд–во ЯНЦ СО РАН, 1992. 136 с.
195. Саввинов Д.Д., Дегтярёв В.Г., Тяптиргянов М.М. и др. Экология средней Амги. Якутск: изд–во ЯНЦ СО РАН, 1993. 81 с.

196. Саввинов Д.Д., Архипов В.В., Горохов А.Н. и др. Экология нижней Амги. Якутск: изд-во ЯНЦ СО РАН, 1995. 112 с.
197. Саввинов Д.Д., Саввинов Г.Н., Прокопьев Н.П. и др. Прикладная экология Амги. Якутск: изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. 168 с.
198. Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М., 2003. 157 с.
199. Сафонова Т.А. К флоре водорослей водоемов бассейна верхнего течения р. Кия (Кузнецкий Алатау) / Новые данные о фитогеографии Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. С. 4–16.
200. Сафонова Т.А. Эвгленовые водоросли Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. 192 с.
201. Сафонова Т.А. Флора Салаирского кряжа. Водоросли. Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 1993. 61 с.
202. Сафонова Т.А. Водоросли реки Катунь (Горный Алтай, Россия). Разнообразие, таксономическая структура // Альгология. 1996. Т. 6, № 1. С. 42–48.
203. Сафонова Т.А., Шауло С.П. Новые и редкие виды водорослей для Западной Сибири // Turczaninowia [Электронный ресурс]. 2006, Т. 9, № 3. С. 102–108 <http://ssbg.asu.ru/turcz/turcz306-102-108.pdf>.
204. Свіренко Д.О. Euglenineae // Визначник прісноводних водоростей УРСР. 2. Київ: Вид-во АН УРСР, 1938. 175 с.
205. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 540 с.
206. Семенова Л.А. Фитопланктон устьевой области р. Оби // Пути повышения продуктивности и рационального использования рыбных ресурсов внутренних водоемов: Тез. докл. науч.-практ. конф. Тюмень, 1988. С. 37–39.
207. Семенова Л.А., Алексюк В.А. Фитопланктон нижнего течения р. Оби // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1983. С. 32–43.
208. Серкина Р.А. Планктон и бентос р. Лены и ее приморских участков // Тр. Якут. отд. Сиб. НИИ рыбн. хоз-ва. 1969. Вып. 3. С. 118–196.
209. Скабичевский А.П. Внутривидовая эволюция низших растений и вопросы таксономии / Проблемы филогении низших растений. М.: Наука, 1974а. С. 7–19.
210. Скабичевский А.П. Условия формирования речного планктона / Водные и наземные сообщества низших растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1974б. С. 3–14.
211. Скворцов Б.В. Материалы по флоре водорослей Азиатской России // Журн. Русского ботан. общ-ва. 1917. № 11. С. 10–12.
212. Скоробогатова О.Н. Фитопланктон реки Вах (Западная Сибирь): Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 2010. 16 с.

213. Сладечек В. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология: Материалы I съезда ВГБО.М.: Наука, 1967. С. 26–31.
214. Соколов А.А. Гидрография СССР.Л.: Гидрометеиздат, 1952. 287 с.
215. Стенина А.С. Первые сведения о пресноводной флоре диатомовых водорослей реки Кара (Полярный Урал) // Споровые растения Крайнего Севера России. Сыктывкар, 1993. С. 12–22.
216. Стерлягова И.Н. Разнообразие водорослей и структура их сообществ в водоемах Приполярного Урала: на примере бассейнов рек Кожым и Щугор: Автореф. дис. канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 20 с.
217. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1974. 244 с.
218. Трифонова И.С. Состав и продукционная характеристика фитопланктона реки Кеми и озер ее поймы / Биологические исследования на внутренних водоемах Прибалтики. Минск, 1973. С. 304–306
219. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 1979. 166 с.
220. Фёрстнер Э., Рёнц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. М.: Финансы и статистика, 1983. 303 с.
221. Флора споровых растений Грузии: (Конспект). Тбилиси: Мецниереба, 1986. 885 с.
222. Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли бассейна р. Анадырь (Чукотский автономный округ): Автореф. дис.... канд. биол. наук. Л., 1981. 20 с.
223. Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли Колымы. Магадан: Кордис, 2014. 496 с.
224. Хисориев Х., Курбонова П.А. Основные итоги исследования альгофлоры Памира // Изв. АН РТ. Отд. биол. и мед. наук. 2009. № 4:169. С. 25–33.
225. Цибульский В.Р., Валеева Э.И. и др. Природная среда Ямала / Т. 1. Тюмень: Институт проблем освоения севера СО РАН, 1995. 168 с.
226. Чайковская Т.С. Динамика и сток фитопланктона Енисея ниже Красноярского водохранилища в первые три года его заполнения / Растительные богатства Сибири. Новосибирск: Наука, 1971. С. 277–286.
227. Чайковская Т.С. Фитопланктон реки Енисей и Красноярского водохранилища // Биологические исследования Красноярского водохранилища. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. С. 43–91
228. Чекрыжева Т.А. Видовой состав фитопланктона некоторых озер и рек Карелии. Препринт доклада на Ученом Совете ИВПС КНЦ РАН. Петрозаводск, 1990. 39 с.
229. Чистяков Г.Е. Водные ресурсы рек Якутии. М.: Наука, 1964. 255 с.
230. Чистяков Г.Е., Ноговицын Д.Д., Якушев М.В. Гидроэнергетические ресурсы бассейна реки Яны. М.: Наука, 1970. 214 с.

231. Чистяков Г.Е., Ноговицын Д.Д., Якушев М.В., Константинов А.Ф. Гидроэнергетические ресурсы бассейна реки Анабар. М.: Наука, 1971. 122 с.
232. Швелева Н.Г., Воробьева С.С. Состояние и развитие фито- и зоопланктона нижнего участка Ангары, прогноз формирования планктона в Богучанском водохранилище // Журнал Сибирского федерального университета. Сер. «Биология». 2009. Т. 2, № 3. С. 313–326.
233. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1984. 288 с.
234. Щур Л.А. Современное состояние фитопланктона и микрофитобентоса северных водоемов Красноярского края // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2006. Т. 8, № 1. С. 163–175.
235. Энциклопедия Забайкалья. Новосибирск: Наука, 2000. Т. 1: Общий очерк. 302 с.
236. Эрхард Ж.–П., Сежен Ж. Планктон. Состав, экология, загрязнение. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 256 с.
237. Юрова Э.И. Особенности фитопланктона нижнего течения Иртыша // Изв. СО АН СССР. Серия биол. наук. 1974. № 5. Вып. 1. С. 133–135.
238. Юрцев Б.А. Флора Сунтар–Хаята. Л.: Наука, 1968. 235 с.
239. Ярушина Е.М. Фитопланктон водоемов полуострова Ямал // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Сыктывкар, 1990. С. 41.
240. Ярушина М.И., Танаева Г.В., Еремкина Т.В. Флора водорослей водоёмов Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 307 с.
241. Allan J.D., Castillo M.M. Stream ecology: structure and function of running waters. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2007. 436 pp.
242. Burrelly P. Les algues d'eau douce. Т. 3. Paris: Editions N. Bobée et Cie, 1970. 520 p.
243. Coops N.C., Wulder M.A., Duro D.C., Han T., Berry S. The Development of a Canadian Dynamic Habitat Index Using Multi-Temporal Satellite Estimates of Canopy Light Absorbance Ecological Indicators // Ecological Indicators. 2008, Vol. 8, № 5, P. 754–766 DOI: 10.1016/j.ecolind.2008.01.007 <http://www.cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/28150.pdf>.
244. Cushing C.E., Cummins K.W., Minshall G.W. River and stream ecosystems of the World. University of California Press, 2006. 833 p.
245. Dodds W.K., Jones J.R., Welch E.B. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus // Water Research. Vol. 32, Issue 5. 1998, P. 1455–1462.
246. Ennis G.L., Albright L.J. Distribution and abundance of periphyton and phytoplankton species in two subarctic Canadian Rivers // Can.J. Bot. 1982. Vol. 60:3. P. 224–236.
247. Fisher S.G., Grimm N.B., Marti E., Holmes R.M., Jones J.B. Material spiraling in stream corridors: a telescoping ecosystem model // Ecosystems. 1998. № 1. P. 19–34.

248. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4, №1. 9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
249. Hilliard D.K. Notes on the phytoplankton of Karluk Lake, Kodiak Island, Alaska. *Can. Field-Natur.*, 1959, vol. 73, p. 135–143.
250. Holmes N.T. H., Whitton B.A. Phytoplankton of four rivers, the Tyne, Wear, Tees and Swale // *Hydrobiologia*. 1981. Vol. 80:2. P. 111–127.
251. Hosmer D., Lemeshow S. *Applied logistic regression*. New York: Wiley, 2000. 397 p.
252. Illies J. Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer // *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 1961. Bd. 46, № 2. P. 205–213.
253. Illies J., Botoșaneanu L. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique // *Mitteilungen der Int. Verein. für Theor. Angew. Limnol.* Stuttgart. 1963. Bd. 12, № 2. P. 1–57.
254. Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems // *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 1989. № 106. P. 110–127.
255. Kolkwitz R., Marsson M. *Ökologie der pflanzlichen Saprobien / Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*. Band 26a. 1908. P. 505–519.
256. Komárek J. Coccoid and colonial cyanobacteria // *Freshwater algae of North America: Ecology and classification*. Elsevier Science, 2003. P. 59–116.
257. Magurran A.E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton Univ. Pres, 1988. 192 pp.
258. Minshall G.W. Stream ecosystem theory: a global perspective // *J.N. Am. Benthol. Soc.* 1988. Vol. 7, № 4. P. 26–288.
259. Minshall G.W., Cummins K.W., Petersen R.C., Cushing C.E., Bruns D.A., Sedell J.R., Vannote R.L. Developments in stream ecosystem theory. // *Can. J. Fish and Aquat. Sci.* 1985. Vol. 42, № 5. P. 1045–1055.
260. Moore J.W. Seasonal succession of phytoplankton in a large subarctic river // *Hydrobiologia*. 1979. Vol. 67:2. P. 107–112.
261. Nürnberg G., Peters R.H. Biological Availability of Soluble Reactive Phosphorus in Anoxic and Oxidic Freshwaters // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 41(5). 1984. P. 757–765. DOI: 10.1139/f84-088.
262. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas – und Wasserbach.*, 1955, 96, 18. 604 s.
263. Pearson K. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling // *Philosophical Magazine Series 5*. 1900, V. 50, Issue 302. P. 157–175.
264. Potapova M. Epilithic algal communities in rivers of the Kolyma Mountains, NE Siberia, Russia // *Nova Hedwigia*. 1996. Vol. 63:3–4. P. 309–334.
265. Prescott G.W. Ecology of freshwater algae in the Arctic. *Recent Adv. Botany*, 1959, vol. 1, p. 201–207.

266. Prescott G.M. Ecology of Alaskan freshwater algae. Introduction: general considerations // *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 1963. Vol. 82, № 1. P. 83–98.
267. Roeder D.R. Relationships between phytoplankton and periphyton communities in a central Iowa stream // *Hydrobiologia.* 1977. Vol. 56:2. P. 145–151.
268. Rzóśka J. On the nature of rivers, with case stories of the Nile, Zaire and Amazon. Hague: Dr.W. Junk, 1978. 67 p.
269. Sheath R.G., Munawar M. Phytoplankton composition of a small subarctic lake in the Northwest Territories, Canada. *Phycologia*, 1974, vol. 13 (2), p. 149–161.
270. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Kongel. Danke Vid. bernes Selskab. Biol. Krifter*, 1948, 5, 4. 120 p.
271. Stanford J.A., Ward J.V. An ecosystem perspective of alluvial rivers: connectivity and the hyporheic corridor // *J.N. Am. Benthol. Soc.* 1993. № 12. P. 48–60.
272. Starmach K. *Chrysophyceae und Haptophyceae.* Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1985. 515 s.
273. Swanson C.D., Bachman R.W. A model of algal exports in some Iowa streams // *Ecology.* 1976. №57. P. 1076–1080.
274. Tolotti M. Phytoplankton and littoral epilithic diatoms in high mountain lakes of the Adamello–Brenta Regional Park (Trentino, Italy) and their relation to trophic status and acidification risk // *J. of Limnology.* 2001. Vol. 60, № 2. P. 171–188.
275. Townsend C.R. The patch dynamics concept of stream community ecology // *J.N. Am. Benthol. Soc.* 1989. Vol. 8, №1. P. 36–50.
276. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing C.E. The river continuum concept // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 1980, Vol. 37, № 1. P.130–137.
277. Vasilyeva I.I., Remigailo P.A., Gabyshev V.A., Ivanova A.P., Kopyrina L.I. *The Far North: Plant Biodiversity and Ecology of Yakutia 2. Flora of Yakutia: Composition and Ecological Structure 2.6. Algae.* Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2010. P. 100–113.
278. Ward J.V., Robinson C.T., Tockner K. Applicability of ecological theory to riverine ecosystems // *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 2002. № 28. P. 443–450.
279. Ward J.V., Stanford J.A. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers // *Regul. Rivers: Res. Manage.* 1995. № 10. P. 159–168.
280. Willis J.C. *Age and area. A study in geographical distribution and origin of species.* Cambridge: Cambridge University Press, 1922. 259 p.
281. Willis J.C. *The birth and spread of plants.* Geneva: Conservatoire et Jardin botanique de la Ville, 1949. 561 p.
282. Yates F. Contingency tables involving small numbers and the chi-square test // *Journal of the Royal Statistical Society.* 1934. V. 1. P. 217–235.

Приложение 1.

Систематический список водорослей, обнаруженных в планктоне крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири (*в разделах новые виды и роды, указаны таксоны впервые обнаруженные в фитопланктоне исследованных рек)

Вид	Анабар	Оленёк	Индиگیرка	Яна	Алдан	Амга	Колыма	Вилюй	Лена	Витим	Олёкма	Чара	Новые роды*	Новые виды*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
СYANOPHYТА (СYANOPROKARYOTA, СYANOBACTERIA)														
Класс Chroococrophyceae														
Порядок Chroococcales														
Семейство Synechococcaceae														
<i>Synechococcus cedrorum</i> Sauv.									+					+
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schmidle et Laut. emend. Hollerb.						+		+	+					
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemm.					+			+	+					
<i>D. raphidioides</i> Hansg. f. <i>raphidioides</i>								+	+					
<i>D. raphidioides</i> f. <i>falciformis</i> Printz								+	+					
Семейство Holopediaceae														
<i>Holopedia irregularis</i> Lagerh.								+						
Семейство Merismopediaceae														
<i>Merismopedia elegans</i> A. Br.		+						+						+
<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg. f. <i>glauca</i>	+	+	+			+	+	+	+	+				
<i>M. glauca</i> f. <i>insignis</i> (Schkorb.) Geitl.									+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>M. minima</i> G. Beck									+					
<i>M. punctata</i> Meyen								+	+					
<i>M. tenuissima</i> Lemm.				+		+	+	+	+	+	+			
Семейство Microcystidaceae														
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk. f. <i>aeruginosa</i>		+	+					+	+	+				
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i> (Wittr.) Elenk.									+	+				
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>pseudofilamentosa</i> (Crow) Elenk.								+						
<i>M. firma</i> (Bréb. et Lenorm.) Schmidle							+							+
<i>M. grevillei</i> (Hass.) Elenk. emend. f. <i>grevillei</i>	+			+					+					
<i>M. grevillei</i> f. <i>pulchra</i> (Kütz.) Elenk.									+					
<i>M. pulverea</i> (Wood) Forti emend. Elenk. f. <i>pulverea</i>		+						+	+	+				
<i>M. pulverea</i> f. <i>delicatissima</i> (W. et G. S. West) Elenk.							+	+	+					
<i>M. pulverea</i> f. <i>holsatica</i> (Lemm.) Elenk.								+	+	+	+	+		+
<i>M. pulverea</i> f. <i>incerta</i> (Lemm.) Elenk.								+	+	+				
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G. S. West f. <i>clathrata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>A. clathrata</i> f. <i>brevis</i> (Bachm.) Elenk.									+					
<i>A. microscopica</i> Näg.								+						
<i>A. saxicola</i> Näg.									+					+
<i>A. stagnina</i> (Spreng.) B.-Peters. et Geitl. emend.		+								+				+
Семейство Gloeocapsaceae														
<i>Gloeocapsa alpina</i> Näg. emend. Brand	+				+			+	+					
<i>G. bituminosa</i> (Bory) Kütz.									+					+
<i>G. compacta</i> Kütz.								+						
<i>G. crepidinum</i> Thur.									+					
<i>G. dermochroa</i> Näg.								+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>G. haematodes</i> Kütz.					+									+
<i>G. kuetzingiana</i> Näg.								+						
<i>G. magma</i> (Bréb.) Kütz. emend. Hollerb.					+									
<i>G. minor</i> (Kütz.) Hollerb. ampl. f. <i>dispersa</i> (Keissl.) Hollerb.								+						
<i>G. minuta</i> (Kütz.) Hollerb.									+					+
<i>G. punctata</i> Näg. ampl. Hollerb.									+					
<i>G. rupestris</i> Kütz.								+						
<i>G. turgida</i> (Kütz.) Hollerb.								+	+	+				
<i>G. vacuolata</i> (Skuja) Hollerb.								+						
<i>G. varia</i> (A. Br.) Hollerb.								+						
<i>Gloeotheca rupestris</i> (Lyngb.) Bornet						+								+
<i>Eucapsis minor</i> (Skuja) Hollerb.								+						
<i>E. minuta</i> F. E. Fritsch									+					+
Семейство Coelosphaeriaceae														
<i>Coelosphaerium dubium</i> Grun.	+						+		+					+
<i>C. kuetzingianum</i> Näg.	+						+	+						
<i>C. minutissimum</i> Lemm.								+						
<i>C. pusillum</i> van Goor									+					
Семейство Gomposphaeriaceae														
<i>Gomposphaeria lacustris</i> Chod. f. <i>lacustris</i>		+					+	+	+	+	+			
<i>G. lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.		+	+				+	+	+	+	+			
<i>Snowella rosea</i> (Snow) Elenk.									+					
Семейство Woronichiniaceae														
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Ung.) Elenk.							+		+	+				
Порядок Entophysalidales														

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Chlorogloeaceae														
<i>Chlorogloea microcystoides</i> Geitl.								+						
<i>C. sarcinoides</i> (Elenk.) Troitzk.								+						
Класс Chamaesiphonophyceae														
Порядок Pleurocapsales														
Семейство Pleurocapsaceae														
<i>Chroococcopsis gigantea</i> Geitl.	+													+
<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> Lagerh.								+						
Порядок Dermocarpales														
Семейство Chamaesiphonaceae														
<i>Chamaesiphon carpaticus</i> Starm.	+													+
<i>C. curvatus</i> (Borzi) Nordst.							+	+				+		+
<i>C. gracilis</i> Rabenh.					+	+				+				+
<i>C. incrustans</i> Grun. f. <i>incrustans</i>									+					+
<i>C. incrustans</i> f. <i>elongatus</i> (Starm.) Hollerb.	+													+
<i>C. macer</i> Geitl.	+	+			+				+		+			+
Класс Hormogoniophyceae														
Порядок Oscillatoriales														
Семейство Oscillatoriaceae														
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gom. f. <i>agardhii</i>	+	+						+	+					
<i>O. agardhii</i> f. <i>aequicrassa</i> Elenk.		+		+										
<i>O. amoena</i> (Kütz.) Gom.			+	+		+	+		+					+
<i>O. amphibia</i> Ag.	+	+			+			+						
<i>O. animalis</i> Ag.						+								+
<i>O. beggiatoiformis</i> (Grun.) Gom. f. <i>caucasica</i> (Elenk. et Kossinsk.) Kondrat. (= <i>O. terebriformis</i> f. <i>caucasica</i> Elenk. et Kossinsk.)									+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>O. bornetii</i> (Zukal) Forti f. <i>bornetii</i>									+					
<i>O. bornetii</i> f. <i>tenuis</i> Skuja								+						
<i>O. brevis</i> (Kütz.) Gom.	+					+	+	+	+					+
<i>O. chalybea</i> (Mert.) Gom.						+								+
<i>O. deflexoides</i> Elenk. et Kossinsk.				+		+	+	+	+		+			
<i>O. formosa</i> Bory		+												+
<i>O. geminata</i> (Menegh.) Gom.						+			+					+
<i>O. gracilis</i> Böcher		+												+
<i>O. granulata</i> Gardner f. <i>granulata</i>		+			+			+	+					
<i>O. granulata</i> f. <i>sibirica</i> (Popova) V. Poljansk.								+	+					
<i>O. irrigua</i> (Kütz.) Gom.					+		+	+	+					
<i>O. lacustris</i> (Kleb.) Geitl.								+						
<i>O. lemmermannii</i> Wołosz.									+	+				+
<i>O. limnetica</i> Lemm. f. <i>limnetica</i>					+			+	+					
<i>O. limnetica</i> f. <i>brevis</i> Nyg.								+						
<i>O. limosa</i> Ag.				+			+	+	+	+	+	+		
<i>O. major</i> Vauch.								+						+
<i>O. minima</i> Gicklh.									+					
<i>O. mirabilis</i> Böcher						+		+	+					
<i>O. nitida</i> Schkorb.									+					
<i>O. ornata</i> (Kütz.) Gom. f. <i>ornata</i>				+					+					
<i>O. ornata</i> f. <i>planctonica</i> Elenk.			+	+					+					
<i>O. planctonica</i> Wołosz.	+	+		+	+			+	+					
<i>O. princeps</i> Vauch.						+								+
<i>O. proboscidea</i> Gom.						+								+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>O. rubescens</i> (D.C.) Gom.									+					+
<i>O. rupicola</i> Hansg.	+								+					+
<i>O. sancta</i> (Kütz.) Gom. f. <i>tenuis</i> (Woronich.) Elenk.									+					+
<i>O. simplicissima</i> Gom.			+	+			+	+	+					+
<i>O. splendida</i> Grév.			+						+					
<i>O. subtilissima</i> Kütz.			+	+	+	+		+	+					
<i>O. tambi</i> Woronich.	+													+
<i>O. tenuis</i> Ag. f. <i>tenuis</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		
<i>O. tenuis</i> f. <i>nigra</i> (Schkorb.) Elenk. (= <i>O. nigra</i> <i>Vauch.</i>)									+					+
<i>O. terebriformis</i> (Ag.) Elenk. emend.	+			+					+					
<i>O. willei</i> Gardn.									+					+
<i>O. woronichinii</i> Anissim.	+	+												+
<i>Spirulina laxa</i> Smith	+													+
<i>S. major</i> Kütz.	+								+					
<i>S. platensis</i> (Nordst.) Geitl.									+					
<i>S. schroederi</i> Koppe	+	+			+	+			+					+
<i>S. spirulinoides</i> (Ghose) Geitl.	+				+									+
<i>S. subtilissima</i> Kütz.								+						
<i>Romeria elegans</i> (Wolosz.) Koczw.									+					
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom. f. <i>ambiguum</i>	+								+					+
<i>P. ambiguum</i> f. <i>novae-semliae</i> (Schirsch.) Elenk.								+						
<i>P. bohneri</i> Schmidle	+								+					+
<i>P. cincinnatum</i> Itzigs.			+						+					+
<i>P. corium</i> (Ag.) Gom.		+			+				+					
<i>P. foveolarum</i> (Mont.) Gom.		+												+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>P. inundatum</i> Kütz.									+					+
<i>P. molle</i> (Kütz.) Gom.				+				+						
<i>P. mucicola</i> Hub.-Pestalozzi et Naum.								+						
<i>P. retzii</i> (Ag.) Gom.				+										
<i>P. tenue</i> (Menegh.) Gom.	+							+	+					
<i>P. uncinatum</i> (Ag.) Gom.								+						
<i>P. viride</i> (Vauch.) Lemm.									+					+
<i>P. sp.</i>					+									
<i>Symploca muscorum</i> (Ag.) Gom.				+										
<i>Lyngbya aestuarii</i> (Mert.) Liebm.				+					+					+
<i>L. birgei</i> G.M. Smith									+					+
<i>L. jacutica</i> Kissel.									+					+
<i>L. limnetica</i> Lemm.	+	+			+									+
<i>L. martensiana</i> Menegh.									+					
Семейство Schizotrichaceae														
<i>Schizothrix lacustris</i> A. Br.									+					
<i>S. lutea</i> Frémy								+						
Семейство Plectonemataceae														
<i>Plectonema phormidioides</i> Hansg.									+					+
<i>P. radiosum</i> (Schiederm.) Gom.									+					+
<i>P. tomasinianum</i> (Kütz.) Born.									+					+
<i>P. wollei</i> Farlow									+					+
<i>P. sp.</i>				+										
Порядок Nostocales														

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Nostocaceae														
<i>Nostoc coeruleum</i> (Lyngb.) Elenk.			+	+		+		+			+	+		
<i>N. kihlmani</i> (Lemm.) Elenk.				+				+	+					
<i>N. linckia</i> (Roth) Born. et Flah. in sensu Elenk.									+					+
<i>N. microscopicum</i> Carm.		+			+			+		+				
<i>N. minutum</i> Desmaz.	+													+
<i>N. paludosum</i> (Kütz.) Elenk.	+							+						
<i>N. pruniforme</i> Ag.								+						
<i>N. punctiforme</i> (Kütz.) Hariot								+						
Семейство Anabaenaceae														
<i>Anabaena aequalis</i> Borge f. <i>aequalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>A. aequalis</i> f. <i>major</i> Aptek.									+					+
<i>A. affinis</i> Lemm.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>A. augstumalis</i> Schmidle f. <i>augstumalis</i>					+									
<i>A. augstumalis</i> f. <i>incrassata</i> (Nygaard) Elenk.									+					
<i>A. berezowskii</i> Ussatsch.								+						
<i>A. circinalis</i> (Kütz.) Hansg.			+	+					+					
<i>A. constricta</i> (Szaf.) Geitl.				+				+	+					
<i>A. contorta</i> Bachm.	+								+					
<i>A. cylindrica</i> Lemm.				+										+
<i>A. ellipsoides</i> Bolochonz. emend. Woronich.									+					
<i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb. f. <i>flos-aquae</i>			+		+		+	+	+					
<i>A. flos-aquae</i> f. <i>aptekariana</i> Elenk.									+					
<i>A. hassalii</i> (Kütz.) Wittr. f. <i>hassalii</i>				+					+					
<i>A. hassalii</i> f. <i>tenuis</i> (W. et G. S. West.) Elenk.				+										

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>A. jacutica</i> Kissel.								+	+					
<i>A. kisseleviana</i> Elenk.									+					
<i>A. knipowitschii</i> Ussatsch.								+	+					
<i>A. laxa</i> (Rabenh.) A. Br.		+		+				+	+					+
<i>A. lemmermannii</i> P. Richt.								+	+	+				
<i>A. levanderi</i> Lemm.									+					
<i>A. oscillarioides</i> Bory f. <i>oscillarioides</i>								+	+	+	+	+		+
<i>A. oscillarioides</i> f. <i>elliptica</i> (Kissel.) Elenk.				+										
<i>A. planctonica</i> Brunnth.									+					+
<i>A. scheremetievi</i> Elenk.								+	+	+				
<i>A. sigmoidea</i> Nygaard									+					+
<i>A. solitaria</i> Kleb. f. <i>solitaria</i>									+					
<i>A. solitaria</i> f. <i>tenuissima</i> (Ussatsch.) Elenk.									+	+				
<i>A. sphaerica</i> Born. et Flah.									+					
<i>A. spiroides</i> Kleb. f. <i>spiroides</i>								+	+	+	+			
<i>A. spiroides</i> f. <i>contorta</i> (Kleb.) Elenk.									+	+				
<i>A. spiroides</i> f. <i>crassa</i> (Lemm.) Elenk.									+					
<i>A. spiroides</i> f. <i>degenerativa</i> (Woronich.) Elenk.									+					
<i>A. spiroides</i> f. <i>meyeriana</i> (Meyer) Elenk.								+						+
<i>A. subcylindrica</i> Borge										+				
<i>A. tenericaulis</i> Nygaard		+							+					+
<i>A. variabilis</i> Kütz. f. <i>variabilis</i>										+				+
<i>A. variabilis</i> f. <i>rotundospora</i> Hollerb.										+				+
<i>A. verrucosa</i> B.-Peters.				+										
<i>A. viguieri</i> Denis et Frémy									+	+				

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Aphanizomenonaceae														
<i>Aphanizomenon elenkinii</i> Kissel.									+					
<i>A. flos-aquae</i> (L.) Ralfs f. <i>flos-aquae</i>	+	+	+		+		+	+	+					
<i>A. flos-aquae</i> f. <i>gracile</i> (Lemm.) Elenk. (= <i>A. flos-aquae</i> f. <i>klebahnii</i> Elenk.)								+	+					
Семейство Nodulariaceae														
<i>Nodularia spumigena</i> Mert.				+					+					
Семейство Aulosiraceae														
<i>Aulosira laxa</i> Kirchn.									+					
<i>A. planctonica</i> Elenk. f. <i>planctonica</i>									+					
<i>A. planctonica</i> f. <i>cylindrica</i> (Aptek.) Elenk.									+					
Семейство Scytonemataceae														
<i>Scytonema arcangelii</i> Born. et Flah.					+									+
<i>S. hofmanni</i> Ag.	+													+
<i>Tolypothrix distorta</i> (Fl. Dan.) Kütz.	+							+	+	+		+		
<i>T. mangini</i> (Frémy) Geitl.	+													+
<i>T. saviczii</i> Kossinsk.									+					
<i>T. tenuis</i> Kütz. f. <i>tenuis</i>	+			+		+	+	+	+	+	+	+		
<i>T. tenuis</i> f. <i>lanata</i> (Wartm.) Kossinsk.				+					+					
Семейство Rivulariaceae														
<i>Calothrix baueriana</i> (Grun.) Hansg.									+					+
<i>C. braunii</i> Born. et Flah.					+									
<i>C. clavata</i> G. S. West	+													+
<i>C. elenkinii</i> Kossinsk.						+								+
<i>C. fusca</i> (Kütz.) Born. et Flah.								+						+
<i>C. ramenskii</i> Elenk.										+				+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>Rivularia beccariana</i> (de Not.) Born. et Flah.								+						+
<i>R. planctonica</i> Elenk.				+		+			+					
Порядок Stigonematales														
Семейство Stigonemataceae														
<i>Stigonema hormoides</i> Born. et Flah.	+													+
<i>S. informe</i> Kütz.	+													+
<i>S. mamillosum</i> (Lyngb.) Ag.								+						
<i>Westiella intricata</i> Borzi								+						
CRYPTOPHYTA														
Класс Cryptophyceae														
Порядок Cryptomonadales														
Семейство Cryptomonadaceae														
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehr.								+						
DINOPHYTA														
Класс Dinophyceae														
Порядок Gymnodiniales														
Семейство Gymnodiniaceae														
<i>Gymnodinium discoidale</i> Harris										+				+
<i>G. excavatum</i> Nyg.		+												+
<i>G. macronucleum</i> Litv.								+						
Порядок Peridinales														
Семейство Peridiniaceae														
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemm.										+				+
<i>P. bipes</i> Stein	+		+	+		+	+	+		+	+	+		
<i>P. cinctum</i> (O. F. Müll.) Ehr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>P. inconspicuum</i> Lemm.								+	+					
<i>P. morzinense</i> Lef. f. <i>papilliferum</i> (Wołosz.) I. Kiss.		+												+
<i>P. palatinum</i> Laut.								+						
<i>P. subsalsum</i> Ostenf.								+						
<i>P. volzii</i> Lemm.	+													+
<i>P. willei</i> Huitf.-Kaas			+	+				+		+	+	+		
<i>Glenodinium berolinense</i> (Lemm.) Lind.								+						
<i>G. borgei</i> (Lemm.) Schiller			+											+
<i>G. gymnodinium</i> Penard			+	+			+	+		+		+		+
<i>G. oculatum</i> Stein								+						+
<i>G. penardiforme</i> (Lind.) Schiller								+						
<i>G. penardii</i> Lemm.						+								+
<i>G. quadridens</i> (Stein) Schiller								+						
<i>Ceratium carolinianum</i> (Bail.) Jörg.						+								+
<i>C. hirundinella</i> (O. F. Müll.) Bergh var. <i>hirundinella</i>					+				+			+		
<i>C. hirundinella</i> var. <i>austriacum</i> (Zederb.) Bachm.							+							+
<i>C. hirundinella</i> var. <i>furcoides</i> (Lev.) Schröder									+					
<i>C. hirundinella</i> var. <i>gracile</i> Bachm.			+		+		+	+	+	+				+
<i>C. hirundinella</i> var. <i>piburgense</i> (Zederb.) Bachm.								+						+
<i>C. hirundinella</i> var. <i>robustum</i> (Amb.) Bachm.		+			+			+	+					
<i>C. hirundinella</i> var. <i>silesiacum</i> Schröder								+	+					+
CHRYSOPHYTA														
Класс Chrysophyceae														
Порядок Chromulinales														

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Chromulinaceae														
<i>Chromulina dubia</i> Doflein								+						
<i>C. erkensis</i> Skuja								+						
<i>C. freiburgensis</i> Doflein									+					
Семейство Chrysococcaceae														
<i>Chrysococcus biporus</i> Skuja								+						
<i>C. triporus</i> Matv.				+				+						
<i>Кephyrion bacilliforme</i> Conr.								+						
<i>K. colliferum</i> De Graaf	+	+												+
<i>K. doliolum</i> Gonr.								+						
<i>K. elegans</i> (Hilliard) Starmach		+						+						+
<i>K. gracilis</i> (Hilliard) Starmach		+			+	+	+		+					+
<i>K. incostans</i> (Schmid) Bourr.									+					+
<i>K. limneticum</i> (Hilliard) Starmach											+			+
<i>K. ovum</i> Pasch.								+						
<i>K. spirale</i> (Lackey) Conrad		+							+					+
<i>Conradocystis dinobryonis</i> (Conr.) Hollande								+						
Семейство Bicosoecaceae														
<i>Bicosoeca kenaiensis</i> Hilliard (= <i>Bicoeca kenaiensis</i> Hilliard)									+					+
<i>B. lacustris</i> J. Clark (= <i>Bicoeca lacustris</i> J. Clark)									+					+
<i>B. oculata</i> Zacharias (= <i>Bicoeca oculata</i> Zacharias)									+					+
<i>B. ovata</i> Lemm. (= <i>Bicoeca ovata</i> Lemm.)									+					+
<i>B. punctata</i> Hilliard									+					+
Семейство Chrysamoebaceae														
<i>Chrysamoeba scherffelii</i> (Pasch.) Matv.								+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Kytotionaceae														
<i>Kytotion globosum</i> (Matv.) Bourr. (=Tylochrysis globosa Matv.)				+										
Порядок Ochromonadales														
Семейство Ochromonadaceae														
<i>Ochromonas minuscula</i> Conr.								+						
<i>Cladonema laxum</i> Kent									+					
Семейство Dinobryonaceae														
<i>Dinobryon balticum</i> (Schütt) Lemm.									+					
<i>D. bavaricum</i> Imhof var. <i>bavaricum</i>	+		+	+	+		+	+	+			+		
<i>D. bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemm.) Krieg.								+						
<i>D. borgei</i> Lemm.	+		+								+	+		+
<i>D. cylindricum</i> Imhof	+	+	+	+	+		+		+			+		
<i>D. divergens</i> Imhof var. <i>divergens</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>D. divergens</i> var. <i>angulatum</i> (Sel.) Brunnth.				+				+	+					
<i>D. divergens</i> var. <i>schauinslandii</i> (Lemm.) Brunnth.			+	+				+	+	+		+		
<i>D. eurystoma</i> (Stokes) Lemm.								+						
<i>D. pediforme</i> (Lemm.) Steinecke									+					
<i>D. petiolatum</i> Willen	+								+					+
<i>D. sertularia</i> Ehr. var. <i>sertularia</i>		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		
<i>D. sertularia</i> var. <i>protuberans</i> (Lemm.) Krieger		+							+					+
<i>D. sociale</i> Ehr. var. <i>sociale</i>		+	+	+			+	+	+	+	+	+		
<i>D. sociale</i> var. <i>americana</i> (Brunnth.) Bachm.	+	+			+			+	+			+		
<i>D. sociale</i> var. <i>stipitatum</i> (Stein) Lemm.			+				+	+	+		+	+		
<i>D. spirale</i> Iwanoff								+	+					
<i>D. suecicum</i> Lemm. var. <i>suecicum</i>			+	+	+		+	+	+	+	+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>D. suecicum</i> var. <i>longispinum</i> Lemm.	+	+							+					+
<i>Epipyxis alata</i> Hilliard et Asmund									+					+
<i>E. borealis</i> Hilliard et Asmund			+											+
<i>E. borgei</i> (Lemm.) Hilliard et Asmund							+	+		+				
<i>E. glabra</i> (Matvienko) Hilliard et Asmund		+									+			+
<i>E. minuta</i> (Mack) Hilliard et Asmund							+							+
<i>E. planctonica</i> Hilliard et Asmund									+					+
<i>E. pulchra</i> Hilliard et Asmund	+													+
<i>E. ramosa</i> (Laut.) Hilliard et Asmund						+					+	+		+
<i>E. socialis</i> (Mack) Starmach		+												+
<i>E. tabellariae</i> (Lemm.) Smith			+				+	+			+	+		
<i>E. utriculus</i> Ehr. (= <i>Dinobryon utriculus</i> (Ehr.) Klebs)									+					
<i>Stokesiella acuminata</i> (Stokes) Lemm.									+					+
<i>S. minutissima</i> Fott								+						+
<i>Pseudokephyrion gallicum</i> Bourr.	+													+
<i>P. minutissimum</i> Conrad									+					+
<i>P. parvum</i> Hilliard						+								+
<i>P. pseudospirale</i> Bourr.	+				+		+		+		+			+
<i>P. skujae</i> Bourr.		+												+
<i>P. tatricum</i> (Juriš) Starmach		+												+
<i>P. undulatissimum</i> Scherffel	+	+	+		+		+							+
<i>Stylochrysalis parasitica</i> Stein									+					
Семейство Synuraceae														
<i>Mallomonopsis squamuleperforata</i> Matv.								+						
<i>M. acaroides</i> Perty								+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>M. akrokomos</i> Ruttn.								+						
<i>M. allorgei</i> (Defl.) Conr.					+			+	+					
<i>M. anglica</i> (N. Carter) Huber-Pestalozzi					+									+
<i>M. bispina</i> Matv.								+						
<i>M. caudata</i> Iwanoff								+	+					
<i>M. coronata</i> Boloch.							+	+	+		+	+		
<i>M. crassisquama</i> (Asmund) Fott							+							
<i>M. denticulata</i> Matv.								+						
<i>M. elegans</i> Lemm.			+					+						
<i>M. elliptica</i> (I. Kiss.) Conr.								+	+					
<i>M. eoa</i> Takahashi			+											+
<i>M. fastigata</i> Zacharias								+	+					
<i>M. globosa</i> Schill.								+						
<i>M. hirsuta</i> Conr.								+						
<i>M. horrida</i> Schiller	+	+												+
<i>M. intermedia</i> I.Kisselev									+					+
<i>M. leboimeii</i> Bourr.								+						+
<i>M. lelymene</i> Harris et Bradley									+					+
<i>M. litomesa</i> Stokes						+								+
<i>M. lichenensis</i> Conr.								+	+					
<i>M. monograptus</i> Harris et Bradley							+							
<i>M. pallida</i> Conrad									+					+
<i>M. paucispinosa</i> Conr.								+						
<i>M. playfairii</i> Conrad									+					+
<i>M. pulchella</i> (Kisselev) Cronberg et Kristiansen (=M. punctifera Korsch.)				+			+	+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>M. tonsurata</i> Teil. var. <i>tonsurata</i>								+						
<i>M. tonsurata</i> var. <i>alpina</i> (Pascher et Ruttner) Krieger						+		+						
<i>Synura petersenii</i> Korsch. (= <i>S. petersenii</i> f. <i>kufferathii</i> Petersen et Hansen, <i>S. petersenii</i> f. <i>prae fracta</i> Asmund)							+							
<i>S. sphagnicola</i> Korsch.		+												+
<i>S. uvella</i> Ehr. emend. Korsch.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		
Семейство Phaeothamniaceae														
<i>Phaeothamnion confervicola</i> Lagerh.		+												+
Порядок Stylococcales														
Семейство Stylococcaceae														
<i>Lagynion scherffellii</i> Pasch.								+						
<i>Stephanoporos conradiana</i> (Pasch.) Bourr.								+						
<i>S. regularis</i> (Pasch.) Bourr.								+						
Порядок Monosigales														
Семейство Monosigaceae														
<i>Monosiga varians</i> Skuja									+					
<i>Codosiga umbellata</i> (Tatem) Kent									+				+	+
Семейство Salpingoecaceae														
<i>Stelexomonas dichotomus</i> Lackey								+	+				+	+
Класс Harptophyceae														
Порядок Isochrysidales														
Семейство Derepyxidaceae														
<i>Rhipidodendron splendidum</i> Stein		+				+					+			+
XANTHOPHYTA														
Класс Xanthococcophyceae														
Порядок Heterococcales														

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Pleurochloridaceae														
<i>Chloridella neglecta</i> (Pasch. et Geitl.) Pasch.									+					+
<i>Botrydiopsis arhiza</i> Borzi								+						
<i>B. eriensis</i> Snow								+						
<i>Chlorogibba trochisciaeformis</i> Geitl.								+						
<i>Chlorarkys reticulata</i> Pasch.	+													+
<i>Vischeria stellata</i> (Chod.) Pasch.								+						
<i>Arachnochloris minor</i> Pasch.								+						
<i>Trachycystis subsolitaria</i> Pasch.	+													+
<i>Tetraedriella regularis</i> (Kütz.) Fott								+						
<i>Goniochloris fallax</i> Fott									+					+
<i>Pseudostaurastrum enorme</i> (Ralfs) Chod.							+	+	+	+				+
<i>P. hastatum</i> (Reinsch) Chod.				+	+		+	+						+
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Näg.) Skuja							+	+		+			+	+
Семейство Characiopsidaceae														
<i>Chlorokoryne petrovae</i> Pasch.									+					+
<i>Peroniella hyalothecae</i> Gobi									+					
<i>P. pandorinae</i> Guerr.									+					
<i>Characiopsis anabaenae</i> Pasch.	+													+
<i>C. heeringiana</i> Pasch.	+													+
<i>C. korschikovii</i> Matv.									+					
<i>C. pyriformis</i> (A. Br.) Borzi f. <i>incrassata</i> (Pasch.) Ded.-Stscheg.									+					
<i>C. sphagnicola</i> Pash.									+					
<i>C. sublinearis</i> Pasch.										+				
<i>C. subulata</i> (A. Br.) Borzi									+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Botryochloridaceae														
<i>Chlorellidium tetrabotrys</i> Visch. Pasch.									+					+
<i>Ducelliera chodatii</i> (Ducell.) Teil.								+			+	+		+
<i>Heterodesmus bichloris</i> Ettl								+						
Семейство Gloeobotryaceae														
<i>Gloeobotrys chlorinus</i> Pasch.								+						
<i>G. coenococcoides</i> Fott								+						
<i>Gloeoskene turfosa</i> Fott	+													+
<i>Gaumiella bellifontana</i> Bourr.	+	+												+
Семейство Mischococcaceae														
<i>Mischococcus confervicola</i> Näg.									+					+
<i>M. sphaerocephalus</i> Visch.									+					+
Семейство Sciadiaceae														
<i>Centritractus rotundatus</i> Pasch.								+						+
<i>Bumilleriopsis brevis</i> (Gern.) Printz									+					+
<i>B. peterseniana</i> Visch. et Pasch.									+					+
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle					+			+	+					
<i>O. cochleare</i> A. Br.	+													+
<i>O. lagerheimii</i> Lemm.					+									+
<i>O. majus</i> Näg.				+										
<i>O. parvulum</i> A. Br.								+						
Класс Xanthotrichophyceae														
Порядок Tribonematales														
Семейство Heterotrichaceae														
<i>Heterothrix quadrata</i> Pasch.	+													+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Bumilleria angustata (Starmach) Matv. et Dogadina	+		+	+			+		+		+			
B. sicula Borzi	+								+					+
Семейство Tribonemataceae														
Tribonema aequale Pasch.					+		+	+	+					
T. affine G. S. West	+		+	+			+	+	+	+				
T. ambiguum Skuja	+	+			+		+		+					
T. angustissimum Pasch.				+					+					+
T. elegans Pasch.					+				+					
T. fonticulum Ettl				+			+		+					+
T. intermixtum Pasch.								+						
T. microchloron Ettl	+	+			+									+
T. minus Hazen		+		+			+	+	+					
T. pyrenigerum Pasch.	+								+	+	+	+		
T. regulare Pasch.	+										+			+
T. spirotaenia Ettl								+	+					
T. subtilissimum Pasch.			+	+	+			+	+	+	+	+		
T. ulotrichoides Pasch.	+							+	+					
T. utriculosum (Heering) Hazen	+							+	+		+			
T. viride Pasch.	+			+			+	+	+	+		+		
T. vulgare Pasch.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Порядок Heteroconiales														
Семейство Heterodendraceae														
Heterodendron pascheri Steinecke	+													+
Семейство Chloropodiaceae														
Chloropodia plana Pasch.								+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
ВАСИЛЛАРИОФИТА														
Класс Centrophyceae														
Порядок Thalassiosirales														
Семейство Thalassiosiraceae														
<i>Thalassiosira baltica</i> (Grun.) Ostf.	+													+
<i>T. bramaputrae</i> (Ehr.) Hakansson et Locker (=Coscinodiscus lacustris Grun.)									+					
Семейство Stephanodiscaceae														
<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grun. var. <i>minutulus</i> (Kütz.) Grun.							+							
<i>S. hantzschii</i> Grun.			+					+	+					
<i>S. niagarae</i> Ehr.	+													+
<i>S. sp.</i>					+									
<i>Pliocenicus costatus</i> (Log., Lupik. et Churs.) Flower, Ozornina, Kuzmina										+	+	+		+
<i>Cyclotella baicalensis</i> Skv.									+					+
<i>C. bodanica</i> Eulenz. var. <i>bodanica</i>									+	+				
<i>C. bodanica</i> var. <i>lemanensis</i> O. Müll.				+										
<i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz.			+		+	+		+	+					
<i>C. kuetzingiana</i> Thw. var. <i>kuetzingiana</i>						+		+	+	+		+		
<i>C. kuetzingiana</i> var. <i>planetophora</i> Fricke									+					+
<i>C. melosiroides</i> (Kirch.) Lemm.								+						
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	+	+	+		+	+		+	+	+				
<i>C. ocellata</i> Pant.									+					+
<i>C. operculata</i> (Ag.) Kütz. var. <i>operculata</i>								+	+					
<i>C. operculata</i> var. <i>unipunctata</i> Hust.									+					+
<i>C. planctonica</i> Brunth.				+										+
<i>C. stelligera</i> Cl. et Grun.		+						+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Порядок Melosirales														
Семейство Melosiraceae														
<i>Melosira juergensii</i> Ag. var. <i>subangularis</i> Grun.									+					
<i>M. lineata</i> (Dillw.) Ag. (= <i>M. juergensii</i> Ag.)					+				+					+
<i>M. moniliformis</i> (O. Müll.) Ag.									+					
<i>M. nummuloides</i> (Dillw.) Ag.			+											+
<i>M. undulata</i> (Ehr.) Kütz.								+	+					
<i>M. varians</i> Ag.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Семейство Aulacosiraceae														
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Simon.			+											
<i>A. distans</i> (Ehr.) Simon. var. <i>distans</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+		
<i>A. distans</i> var. <i>alpigena</i> (Grun.) Simon.		+			+	+	+	+	+		+	+		
<i>A. distans</i> var. <i>pfaffiana</i> (Reinsch) Grun.			+						+					
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Simon. f. <i>granulata</i> (= <i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>angustissima</i> (O.Müll) Hust.)	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>A. granulata</i> f. <i>curvata</i> (Hust.) Dav. comb. nov. (= <i>Melosira granulata</i> f. <i>curvata</i> (Grun.) Hust.)									+					
<i>A. islandica</i> (O. Müll.) Simon. (= <i>Melosira islandica</i> O. Müll.; <i>M. islandica</i> subsp. <i>helvetica</i> O. Müll.)	+							+	+	+	+			
<i>A. italica</i> (Kütz.) Simon. var. <i>italica</i>		+	+	+	+		+	+	+	+				
<i>A. italica</i> var. <i>subarctica</i> (O. Müll.) Dav.	+		+	+	+			+	+		+	+		
<i>A. italica</i> var. <i>valida</i> (Grun.) Simon.			+	+	+			+	+		+			
Порядок Coscinodiscales														
Семейство Hemidiscaceae														
<i>Actinocyclus normanii</i> (Greg. ex Grév.) Hust.	+	+											+	+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Порядок Biddulphiales														
Семейство Hemiaulaceae														
<i>Attheya zachariasii</i> Brun									+					
Порядок Rhizosoleniales														
Семейство Rhizosoleniaceae														
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H. L. Sm. var. <i>eriensis</i>									+					+
<i>R. eriensis</i> var. <i>morsa</i> W. et G. S. West									+					
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zacharias	+	+			+		+	+	+	+				+
Класс Pennatophyceae														
Порядок Araphales														
Семейство Fragilariaceae														
<i>Fragilaria atomus</i> Hust.					+									+
<i>F. bicapitata</i> A. Mayer					+			+	+					
<i>F. brevistriata</i> Grun.								+	+					
<i>F. capucina</i> Desm. var. <i>capucina</i>	+	+			+		+		+					
<i>F. capucina</i> var. <i>acuta</i> (Ehr.) Rabenh.							+							
<i>F. capucina</i> var. <i>lanceolata</i> Grun.									+					+
<i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> Rabenh.									+					+
<i>F. constricta</i> Ehr. f. <i>trinodis</i> (Hust.) Pr.-Lavr.								+						
<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun. var. <i>construens</i>				+	+				+					
<i>F. construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehr.) Grun.									+					
<i>F. construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.			+	+					+					
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.			+					+						
<i>F. crotonensis</i> Kitt.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>F. intermedia</i> Grun. var. <i>intermedia</i> (=F. <i>capucina</i> Desm. var. <i>vaucheria</i> (Kütz.) Lange-Bertalot)	+	+			+		+	+	+					
<i>F. intermedia</i> var. <i>kamtschatica</i> (Boye P.) Pr.Lavr.								+						+
<i>F. lapponica</i> Grun.								+						
<i>F. leptostauron</i> (Ehr.) Hust.				+					+			+		
<i>F. nitzschiioides</i> Grun.			+						+					
<i>F. pinnata</i> Ehr. var. <i>pinnata</i>			+	+	+			+						
<i>F. pinnata</i> var. <i>lancettula</i> (Schum.) Hust.							+							
<i>F. virescens</i> Ralfs var. <i>virescens</i>		+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>F. virescens</i> var. <i>capitata</i> Østr.								+	+					+
<i>F. virescens</i> var. <i>exigua</i> Grun.				+										
<i>F. virescens</i> var. <i>inaequidentata</i> Lagerst.					+			+	+					
<i>Synedra actinastroides</i> Lemm.					+				+					+
<i>S. acus</i> Kütz. var. <i>acus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>S. acus</i> var. <i>angustissima</i> Grun.			+		+			+	+					
<i>S. acus</i> var. <i>radians</i> (Kütz.) Hust.								+	+					
<i>S. amphicephala</i> Kütz. var. <i>amphicephala</i>				+				+	+					
<i>S. amphicephala</i> var. <i>austriaca</i> Grun.	+			+					+					
<i>S. berolinensis</i> Lemm.	+		+					+	+					
<i>S. capitata</i> Ehr.		+				+	+	+	+	+		+		
<i>S. cyclosum</i> Brutschy								+	+					
<i>S. famelica</i> Kütz.				+										
<i>S. gouldarii</i> (Bréb.) Grun. var. <i>gouldarii</i>				+	+				+					
<i>S. gouldarii</i> var. <i>telezkoensis</i> Poretzky				+	+									
<i>S. minuscula</i> Grun.				+	+			+	+					
<i>S. montana</i> Krasske		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. nana</i> Meist.				+					+					
<i>S. parasitica</i> (W. Sm.) Hust. var. <i>parasitica</i>	+		+					+	+			+		
<i>S. parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grun.			+	+	+			+	+	+		+		
<i>S. pulchella</i> (Ralfs) Kütz. var. <i>pulchella</i>				+				+						
<i>S. pulchella</i> var. <i>lacerata</i> Hust.									+					+
<i>S. rumpens</i> Kütz. var. <i>rumpens</i>			+	+					+					
<i>S. rumpens</i> var. <i>fragilarioides</i> Grun.					+			+	+					
<i>S. rumpens</i> var. <i>meneghiniana</i> Grun.							+							
<i>S. tabulata</i> (Ag.) Kütz. var. <i>tabulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>S. tabulata</i> var. <i>acuminata</i> Grun.					+									
<i>S. tabulata</i> var. <i>fasciculata</i> (Kütz.) Grun.								+						
<i>S. tabulata</i> var. <i>parva</i> (Kütz.) Grun.								+	+					
<i>S. tenera</i> W. Sm.				+				+	+					
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr. var. <i>ulna</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>S. ulna</i> var. <i>aequalis</i> (Kütz.) Hust.				+			+	+	+					
<i>S. ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> (Ehr.) Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+		
<i>S. ulna</i> var. <i>biceps</i> (Kütz.) Schönf.			+					+	+					
<i>S. ulna</i> var. <i>contracta</i> Østr.									+			+		
<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i> (Kütz.) Grun.			+	+	+		+	+	+					
<i>S. ulna</i> var. <i>impressa</i> Hust.									+					+
<i>S. ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kütz.) V. H.			+	+	+	+			+			+		
<i>S. ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> f. <i>mediocontracta</i> Forti			+		+				+	+				
<i>S. ulna</i> var. <i>spathulifera</i> Grun.								+	+					
<i>S. utermoehlii</i> Hust.	+			+										
<i>S. vaucheriae</i> Kütz. var. <i>vaucheriae</i>			+	+			+	+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. vaucheriae</i> var. <i>capitellata</i> Grun.				+					+					
<i>Opephora martyi</i> Herib.			+	+			+	+	+					
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>A. gracillima</i> (Hantzsch) Heib.	+		+	+	+		+	+	+	+	+			
<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Patr. var. <i>arcus</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>H. arcus</i> var. <i>amphioxys</i> (Rabenh.) Patr.							+		+					
<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> (Holmboe) Patr. f. <i>linearis</i>	+	+	+		+		+		+					
<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> f. <i>recta</i> (Skv. et Meyer) Patr.			+	+	+		+		+	+	+	+		
Семейство Diatomaceae														
<i>Diatoma anceps</i> (Ehr.) Kirchn.					+			+	+					
<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag. var. <i>elongatum</i> f. <i>elongatum</i>	+	+	+	+			+	+	+			+		
<i>D. elongatum</i> var. <i>elongatum</i> f. <i>actinastroides</i> (Krieg) Pr.-Lavr.			+				+	+	+					+
<i>D. elongatum</i> var. <i>capitellatum</i> Poretzky							+							
<i>D. elongatum</i> var. <i>tenue</i> (Ag.) V. H. f. <i>tenue</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>D. elongatum</i> var. <i>tenue</i> f. <i>normalis</i> Kütz.									+					+
<i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib. var. <i>hiemale</i>			+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>D. hiemale</i> var. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grun.		+	+	+	+	+	+	+	+		+			
<i>D. vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	+	+	+	+	+		+	+	+					
<i>D. vulgare</i> var. <i>constrictum</i> Grun.				+										
<i>D. vulgare</i> var. <i>lineare</i> Grun.	+							+						
<i>D. vulgare</i> var. <i>ovale</i> (Fricke) Hust.				+			+	+	+					
<i>D. vulgare</i> var. <i>ehrenbergii</i> (Kütz.) Grun.									+					+
<i>D. vulgare</i> var. <i>productum</i> Grun.								+	+					
<i>Meridion circulare</i> Ag. var. <i>circulare</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) V. H.			+	+			+				+	+	+	

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Tabellariaceae														
<i>Tabellaria binalis</i> (Ehr.) Grun.									+					+
<i>T. fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>fenestrata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>T. fenestrata</i> var. <i>geniculata</i> Cl.	+											+		+
<i>T. fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	+		+	+	+			+	+					
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>Tetracyclus emarginatus</i> (Ehr.) W. Sm.								+						+
<i>T. lacustris</i> Ralfs										+	+	+		+
<i>T. rupestris</i> (A. Br.) Grun.					+		+	+	+					
Порядок Raphales														
Семейство Naviculaceae														
<i>Navicula amphibola</i> Cl. var. <i>amphibola</i>						+		+	+					
<i>N. amphibola</i> var. <i>baicalensis</i> Skv.									+					+
<i>N. amphibola</i> var. <i>gracilis</i> Skv.									+					+
<i>N. anglica</i> Ralfs				+										
<i>N. bacilliformis</i> Grun.			+											
<i>N. bacillum</i> Ehr.					+			+	+					
<i>N. bergenensis</i> Hohn							+							+
<i>N. bicapitellata</i> Hust.									+					+
<i>N. cari</i> Ehr.			+						+					
<i>N. cincta</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>cincta</i>			+						+					
<i>N. cincta</i> var. <i>heuffleri</i> Grun.				+					+					
<i>N. clementis</i> Grun.			+											+
<i>N. cryptocephala</i> Kütz. var. <i>cryptocephala</i>	+	+	+	+	+		+	+	+					
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>exilis</i> (Kütz.) Grun.			+											

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>intermedia</i> Grun.					+				+					+
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>lata</i> Poretzky et Anissimova									+					+
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kütz.) Grun.			+	+	+			+						
<i>N. cuspidata</i> Kütz. var. <i>cuspidata</i>			+		+		+		+	+				
<i>N. cuspidata</i> var. <i>ambigua</i> (Ehr.) Grun.									+					
<i>N. dahurica</i> Skv.									+					+
<i>N. dicephala</i> (Ehr.) W. Sm.					+		+		+					
<i>N. digitoradiata</i> (Greg.) A. S.				+				+	+					
<i>N. elongata</i> Poretzky				+										
<i>N. exigua</i> (Greg.) O. Müll.	+		+	+	+		+		+					
<i>N. gastrum</i> Ehr.									+					
<i>N. gregaria</i> Donk.								+	+					
<i>N. hasta</i> Pant.	+													+
<i>N. hungarica</i> Grun. var. <i>hungarica</i>				+										+
<i>N. hungarica</i> var. <i>capitata</i> Cl.				+				+	+					
<i>N. hungarica</i> var. <i>linearis</i> Østr.				+					+					+
<i>N. incerta</i> Grun.			+	+	+									
<i>N. jentzschii</i> Grun.								+						
<i>N. lacustris</i> Greg. var. <i>lacustris</i>								+						
<i>N. lacustris</i> var. <i>apiculata</i> Østr.								+	+					
<i>N. lacustris</i> var. <i>paulseniana</i> (Boye P.) Zabelina				+										
<i>N. lacustris</i> var. <i>parallela</i> Wisl. et Kolbe					+									+
<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Kütz.				+					+			+		
<i>N. laterostrata</i> Hust.									+					+
<i>N. longirostris</i> Hust.					+									+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>N. menisculus</i> Schum.			+	+	+		+		+					
<i>N. mutica</i> Kütz. var. <i>mutica</i>							+		+					
<i>N. mutica</i> var. <i>ventricosa</i> (Kütz.) Cl.								+						
<i>N. peregrina</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>peregrina</i>							+							
<i>N. peregrina</i> var. <i>kefvingensis</i> (Ehr.) Cl.									+					
<i>N. peregrina</i> var. <i>lanceolata</i> Skv.									+					+
<i>N. placentula</i> (Ehr.) Grun. f. <i>placentula</i>			+						+					
<i>N. placentula</i> f. <i>minuta</i> Boye P.					+									
<i>N. placentula</i> f. <i>rostrata</i> A. Mayer					+			+	+					
<i>N. pupula</i> Kütz. var. <i>pupula</i>		+		+	+	+		+	+					
<i>N. pupula</i> var. <i>capitata</i> Hust.				+	+			+						
<i>N. pupula</i> var. <i>rectangularis</i> (Greg.) Grun.									+					
<i>N. pusilla</i> W. Sm. var. <i>pusilla</i>				+	+				+					
<i>N. pusilla</i> var. <i>lanceolata</i> Grun.							+		+					+
<i>N. pusio</i> Cl.					+									+
<i>N. radiosa</i> Kütz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>N. reinhardtii</i> (Grun.) Cl.					+		+	+	+	+		+		
<i>N. rotaeana</i> (Rabenh.) Grun.					+		+							
<i>N. schoenfeldii</i> Hust.								+	+					
<i>N. semen</i> Ehr.								+						+
<i>N. seminulum</i> Grun.									+					+
<i>N. simplex</i> Krasske				+										
<i>N. skabitschewskyi</i> (Skabitsch.) Zabelina var. <i>elliptica</i> (Skabitsch.) Zabelina									+					+
<i>N. subtilissima</i> Cl.				+										
<i>N. suecorum</i> Carlson							+							

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>N. tridentula</i> Krasske					+				+					
<i>N. tuscula</i> (Ehr.) Grun. f. <i>tuscula</i>			+	+	+		+	+	+			+		
<i>N. tuscula</i> f. <i>rostrata</i> Hust.					+									+
<i>N. viridula</i> Kütz. var. <i>viridula</i>							+	+	+			+		
<i>N. viridula</i> var. <i>abbreviata</i> Grun.									+					+
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitz.												+		+
<i>Stauroneis acuta</i> W. Sm.							+	+	+	+		+	+	
<i>S. anceps</i> Ehr. var. <i>anceps</i> f. <i>anceps</i>	+		+	+	+		+	+	+		+	+		
<i>S. anceps</i> var. <i>anceps</i> f. <i>gracilis</i> (Ehr.) Cl.							+							
<i>S. anceps</i> var. <i>anceps</i> f. <i>linearis</i> (Ehr.) Cl.				+					+					
<i>S. anceps</i> var. <i>hyalina</i> Brun et Perag.									+					
<i>S. baicalensis</i> Skv.								+						
<i>S. montana</i> Krasske				+										
<i>S. parvula</i> Grun.				+					+					
<i>S. phoenicenteron</i> Ehr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>S. schulzii</i> Jousé							+							
<i>S. smithii</i> Grun. var. <i>smithii</i>									+					+
<i>S. smithii</i> Grun. var. <i>karelica</i> Wisl. et Kolbe				+										
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh. var. <i>acuminatum</i>			+		+			+	+			+		
<i>G. acuminatum</i> var. <i>gallicum</i> Grun.					+			+	+					
<i>G. acuminatum</i> var. <i>lacustre</i> Meist.				+										
<i>G. attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.							+	+	+		+	+		
<i>G. baicalense</i> Skv. f. <i>minus</i> Komarenko			+											
<i>G. balticum</i> (Ehr.) Rabenh.									+					
<i>G. kuetzingii</i> (Grun.) Cl.									+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>G. peisone</i> (Grun.) Hust.				+										
<i>G. scalproides</i> (Rabenh.) Cl.				+				+						
<i>G. strigile</i> (W. Sm.) Cl.		+				+			+					+
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queeck.) W. Sm.									+					+
<i>P. delicatum</i> W. Sm.									+					
<i>P. elongatum</i> W. Sm.									+					+
<i>P. salinarum</i> Grun.		+												+
<i>Pinnularia aestuarii</i> Cl.					+									+
<i>P. appendiculata</i> (Ag.) Cl.									+					+
<i>P. borealis</i> Ehr.				+			+	+	+		+			
<i>P. brevicostata</i> Cl.				+			+	+						
<i>P. cardinalis</i> (Ehr.) W. Sm.								+						+
<i>P. dactylus</i> Ehr.									+					+
<i>P. divergens</i> W. Sm. var. <i>divergens</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+
<i>P. divergens</i> var. <i>elliptica</i> Grun.					+									+
<i>P. episcopalis</i> Cl. var. <i>episcopalis</i>					+				+					
<i>P. episcopalis</i> var. <i>brevis</i> Cl.									+					
<i>P. gibba</i> Ehr. var. <i>gibba</i> f. <i>gibba</i>	+		+	+	+		+	+	+			+		
<i>P. gibba</i> var. <i>gibba</i> f. <i>subundulata</i> A. Mayer									+					+
<i>P. gibba</i> var. <i>mesogongyla</i> (Ehr.) Hust. f. <i>interrupta</i> Cl.									+					+
<i>P. gibba</i> var. <i>linearis</i> Hust.					+			+	+			+		
<i>P. globiceps</i> Greg. var. <i>krookei</i> Grun.							+							
<i>P. hemiptera</i> (Kütz.) Cl.								+						
<i>P. interrupta</i> W. Sm. f. <i>interrupta</i>			+	+	+		+	+				+		
<i>P. interrupta</i> f. <i>minor</i> Boye P.						+								+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>P. lata</i> (Bréb.) W. Sm. var. <i>lata</i>			+	+			+	+	+	+	+	+		
<i>P. lata</i> var. <i>minor</i> Grun.				+										
<i>P. lata</i> var. <i>thuringiaca</i> (Rabenh.) A. Mayer	+													+
<i>P. legumen</i> Ehr.				+			+	+						
<i>P. macilenta</i> (Ehr.) Cl.				+			+	+	+	+	+	+		+
<i>P. major</i> (Kütz.) Cl. var. <i>major</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>P. major</i> var. <i>lacustris</i> Meist.			+											+
<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) W. Sm. f. <i>mesolepta</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>P. mesolepta</i> f. <i>angustata</i> Cl.									+					+
<i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl. var. <i>microstauron</i>				+				+				+		
<i>P. microstauron</i> var. <i>ambigua</i> Meist.	+							+						
<i>P. microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Hust. f. <i>diminuta</i> Grun.				+					+					
<i>P. molaris</i> Grun.									+					+
<i>P. nobilis</i> Ehr.				+										
<i>P. nodosa</i> Ehr. var. <i>hankensis</i> Skv.					+									+
<i>P. polyonca</i> (Bréb.) O. Müll.			+		+									+
<i>P. rangoonensis</i> Grun.									+					+
<i>P. spitzbergensis</i> Cl.									+					+
<i>P. stauroptera</i> Grun.	+								+			+		+
<i>P. streptoraphe</i> Cl.				+	+									+
<i>P. subborealis</i> Hust.								+						
<i>P. subcapitata</i> Greg. var. <i>subcapitata</i>							+							
<i>P. subcapitata</i> var. <i>hilseana</i> (Janisch) O. Müll. f. <i>hilseana</i>					+			+	+					
<i>P. subcapitata</i> var. <i>hilseana</i> f. <i>undulata</i> O. Müll.									+					+
<i>P. subcapitata</i> var. <i>paucistriata</i> Grun.									+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>P. subsolaris</i> (Grun.) Cl.					+									+
<i>P. sudetica</i> (Hilse) M. Peragallo (=P. <i>viridis</i> (Nitzsch) Ehr. var. <i>sudetica</i> (Hilse) Hust.)			+	+	+				+					
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr. var. <i>viridis</i>				+			+	+	+	+	+	+		
<i>P. viridis</i> var. <i>clevei</i> Meist.				+					+					+
<i>P. viridis</i> var. <i>fallax</i> Cl.								+						
<i>P. viridis</i> var. <i>intermedia</i> Cl.				+										
<i>P. viridis</i> var. <i>leptogongyla</i> (Ehr.? Grun.) Cl.									+					+
<i>P. viridis</i> var. <i>rupestris</i> (Hantzsch) Cl.							+							+
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Mer.									+					+
<i>C. silicula</i> (Ehr.) Cl. var. <i>silicula</i>									+					+
<i>C. silicula</i> var. <i>alpina</i> Cl.									+					+
<i>C. silicula</i> var. <i>longissima</i> Schirschow									+					+
<i>C. silicula</i> var. <i>ventricosa</i> (Ehr.) Donk.									+					
<i>Diploneis boldtiana</i> Cl.				+										
<i>D. elliptica</i> (Kütz.) Cl.								+						
<i>D. finnica</i> (Ehr.) Cl.			+											+
<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cl.					+									
<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cl.							+		+	+	+	+		+
<i>Neidium affine</i> (Ehr.) Cl. var. <i>amphirhynchus</i> (Ehr.) Cl.		+	+	+	+									
<i>N. affine</i> var. <i>longiceps</i> (Gerg.) Cl.								+						
<i>N. bisulcatum</i> (Lagerst.) Cl.					+		+							
<i>N. dubium</i> (Ehr.) Cl. f. <i>dubium</i>									+			+		
<i>N. dubium</i> f. <i>constrictum</i> Hust.								+						+
<i>N. iridis</i> (Ehr.) Cl. var. <i>iridis</i> f. <i>iridis</i>				+			+		+			+		
<i>N. iridis</i> var. <i>iridis</i> f. <i>vernale</i> Reich.								+						+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>N. iridis</i> var. <i>amphigomphus</i> (Ehr.) V. H.			+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>N. iridis</i> var. <i>ampliatum</i> (Ehr.) Cl.									+			+		
<i>N. kozlowii</i> Mer.				+										
<i>N. productum</i> (W. Sm.) Cl.				+	+							+		
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) D. T. var. <i>rhomboides</i>							+	+	+	+	+	+		
<i>F. rhomboides</i> var. <i>amphipleuroides</i> Grun.								+						+
<i>F. rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> (Rabenh.) D. T. f. <i>undulata</i> Hust.										+				+
Семейство Achnanthaceae														
<i>Cocconeis disculus</i> (Schum.) Cl. var. <i>disculus</i>						+			+					+
<i>C. disculus</i> var. <i>diminuta</i> (Pant.) Sheshukova									+					
<i>C. pediculus</i> Ehr.					+		+	+	+					
<i>C. placentula</i> Ehr. var. <i>placentula</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.					+									
<i>C. placentula</i> var. <i>intermedia</i> (Herib. et Perag.) Cl.					+				+					
<i>C. placentula</i> var. <i>rouxii</i> (Brun et Herib.) Cl.					+									
<i>Achnanthes affinis</i> Grun.	+				+				+					
<i>A. biasoletiana</i> (Kütz.) Grun. var. <i>biasoletiana</i>					+			+	+					
<i>A. biasoletiana</i> var. <i>sublinearis</i> Grun.									+					+
<i>A. borealis</i> A. Cl.					+				+					
<i>A. coarctata</i> (Bréb.) Grun. var. <i>elliptica</i> Krasske		+												+
<i>A. conspicua</i> A.Mayer var. <i>conspicua</i>								+	+					
<i>A. conspicua</i> var. <i>brevistriata</i> Hust.								+	+					
<i>A. delicatula</i> (Kütz.) Grun.				+										
<i>A. depressa</i> (Cl.) Hust.				+										
<i>A. dispar</i> Cl. var. <i>dispar</i>	+													+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>A. dispar</i> var. <i>capitata</i> Jasnitsky									+					+
<i>A. exigua</i> Grun.					+			+						
<i>A. flexella</i> (Kütz.) Brun			+	+	+		+	+	+	+	+	+		+
<i>A. fragilarioides</i> Boye P.									+					+
<i>A. gibberula</i> Grun.						+			+					+
<i>A. gracillima</i> Hust.									+					+
<i>A. hauckiana</i> Grun.				+										
<i>A. hungarica</i> Grun.					+									
<i>A. inflata</i> (Kütz.) Grun.									+					
<i>A. jentzschii</i> (Grun.) Schulz				+										
<i>A. koshovii</i> Jasnitsky				+										
<i>A. kryophila</i> Boye P.					+			+						
<i>A. lanceolata</i> (Bréb.) Grun. var. <i>lanceolata</i> f. <i>lanceolata</i>				+	+			+	+					
<i>A. lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i> f. <i>capitata</i> O. Müll.									+					
<i>A. lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i> f. <i>ventricosa</i> Hust.				+				+						
<i>A. lanceolata</i> var. <i>elliptica</i> Cl.								+						
<i>A. lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> (Østr.) Hust.					+			+	+					
<i>A. laterostrata</i> Hust.								+	+					
<i>A. linearis</i> (W. Sm.) Grun.					+									
<i>A. marginulata</i> Grun.								+						
<i>A. microcephala</i> (Kütz.) Grun.	+													+
<i>A. minutissima</i> Kütz. var. <i>minutissima</i>					+		+		+					
<i>A. minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i> Grun.					+			+						
<i>A. nodosa</i> A. Cl.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>A. trinodis</i> (W. Sm.) Grun.	+													+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>Eucocconeis minuta</i> Cl.							+							
Семейство Eunotiaceae														
<i>Eunotia alpina</i> (Näg.) Hust.								+						
<i>E. arcus</i> Ehr. var. <i>arcus</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>E. arcus</i> var. <i>fallax</i> Grun.									+					
<i>E. bidentula</i> W. Sm.									+			+		+
<i>E. bigibba</i> Kütz.				+					+		+	+		+
<i>E. clevei</i> Grun. var. <i>clevei</i>								+	+	+				+
<i>E. clevei</i> var. <i>hispida</i> Skv.								+						+
<i>E. diodon</i> Ehr.							+		+		+	+		+
<i>E. exigua</i> (Bréb.) Rabenh. var. <i>exigua</i>	+				+				+			+		
<i>E. exigua</i> var. <i>bidens</i> Hust.									+					+
<i>E. exigua</i> var. <i>compacta</i> Hust.									+					+
<i>E. faba</i> (Ehr.) Grun. var. <i>faba</i>	+			+				+	+					
<i>E. faba</i> var. <i>densestriata</i> Østr.									+					+
<i>E. fallax</i> A. Cl. var. <i>fallax</i>								+						
<i>E. fallax</i> var. <i>gracillima</i> Krasske				+	+	+		+	+					
<i>E. flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.							+	+			+	+		
<i>E. formica</i> Ehr.			+				+	+	+	+	+			
<i>E. gracilis</i> (Ehr.) Rabenh.			+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>E. incisa</i> Greg.	+		+											+
<i>E. lunaris</i> (Ehr.) Grun. var. <i>lunaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>E. lunaris</i> var. <i>subarcuata</i> (Näg.) Grun.								+						
<i>E. meisteri</i> Hust.				+					+					
<i>E. monodon</i> Ehr. var. <i>monodon</i>				+			+	+	+	+	+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>E. monodon</i> var. <i>major</i> (W. Sm.) Hust.												+		+
<i>E. muscicola</i> Krasske var. <i>perminuta</i> (Grun.) Nörpel et Lange-Bertalot					+									+
<i>E. papilio</i> (Grun.) Hust.												+		+
<i>E. parallela</i> Ehr.				+				+			+			
<i>E. pectinalis</i> (Dillw.? Kütz.) Rabenh. var. <i>pectinalis</i>								+						
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i> (Kütz.) Rabenh. f. <i>minor</i>					+				+					+
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i> f. <i>impressa</i> (Ehr.) Hust.				+	+			+		+				
<i>E. pectinalis</i> var. <i>undulata</i> Ralfs								+						
<i>E. pectinalis</i> var. <i>ventralis</i> (Ehr.) Hust.							+	+	+			+		
<i>E. polydentula</i> Brun var. <i>polydentula</i>	+								+	+	+	+		+
<i>E. polydentula</i> var. <i>perpusilla</i> Grun.					+									+
<i>E. praerupta</i> Ehr. var. <i>praerupta</i>			+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>E. praerupta</i> var. <i>bidens</i> (W. Sm.) Grun.					+		+	+	+	+	+	+		
<i>E. praerupta</i> var. <i>inflata</i> Grun.								+	+					
<i>E. praerupta</i> var. <i>muscicola</i> Boye P.			+											+
<i>E. pseudopectinalis</i> Hust.					+									+
<i>E. robusta</i> Ralfs var. <i>robusta</i>									+		+	+		+
<i>E. robusta</i> var. <i>diadema</i> (Ehr.) Ralfs										+				+
<i>E. septentrionalis</i> Østr.	+								+	+				+
<i>E. sibirica</i> Cl.				+				+						
<i>E. sudetica</i> O. Müll.			+						+					
<i>E. tauntoniensis</i> Hust.								+						+
<i>E. tenella</i> (Grun.) Hust.	+				+						+			+
<i>E. triodon</i> Ehr.			+								+			+
<i>E. valida</i> Hust.				+				+	+		+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>E. veneris</i> (Kütz.) O. Müll.	+						+	+						
<i>Peronia fibula</i> (Bréb. ex Kütz.) R. Ross												+		+
Семейство Rhoicospheniaceae														
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lange-Bertalot (= <i>R. curvata</i> (Kütz.) Grun.)			+	+	+	+			+		+	+		
Семейство Cymbellaceae														
<i>Cymbella acuta</i> A. S.									+					+
<i>C. aequalis</i> W. Sm.				+					+					
<i>C. affinis</i> Kütz.			+		+	+		+	+					
<i>C. alpina</i> Grun.				+										
<i>C. amphicephala</i> Näg.		+	+		+				+	+		+		
<i>C. amphioxys</i> (Kütz.) Grun.					+									+
<i>C. angustata</i> (W. Sm.) Cl.		+	+	+		+			+					
<i>C. aspera</i> (Ehr.) Cl.	+			+			+	+	+	+	+	+		
<i>C. australica</i> A. S.					+									+
<i>C. austriaca</i> Grun.				+										
<i>C. cistula</i> (Hemp.) Grun. var. <i>cistula</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. cistula</i> var. <i>arctica</i> Lagerst.				+	+									
<i>C. cuspidata</i> Kütz.		+	+	+				+	+	+	+	+		
<i>C. cymbiformis</i> (Ag.? Kütz.) V. H.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. delicatula</i> Kütz.									+					+
<i>C. ehrenbergii</i> Kütz. (= <i>C. inaequalis</i> (Ehr.) Rabh.)				+			+	+	+	+	+	+		+
<i>C. gracilis</i> (Rabenh.) Cl.				+	+				+					
<i>C. hauckii</i> V. H.									+					+
<i>C. hebridica</i> (Greg.) Grun.							+							
<i>C. helvetica</i> Kütz.									+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. heteropleura</i> Ehr.	+		+											+
<i>C. hustedtii</i> Krasske								+						
<i>C. hybrida</i> Grun.							+	+	+					
<i>C. laevis</i> Näg.								+						
<i>C. lanceolata</i> (Ehr.) V. H.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. lata</i> Grun. var. <i>lata</i>							+							
<i>C. lata</i> var. <i>baicalensis</i> Skv.									+					+
<i>C. microcephala</i> Grun.					+	+				+				+
<i>C. minuta</i> Hilse (= <i>C. ventricosa</i> Kütz.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. naviculiformis</i> Auersw.	+			+	+			+	+					
<i>C. parva</i> (W. Sm.) Cl.				+	+		+	+	+			+		
<i>C. prostrata</i> (Berk.) Cl.			+											
<i>C. pusilla</i> Grun.					+									+
<i>C. silesiaca</i> Bleisch (= <i>C. minuta</i> Hilse ex Rabh. var. <i>silesiaca</i> (Bleisch ex Rabh.) Reim.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. sinuata</i> Greg. f. <i>sinuata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>C. sinuata</i> f. <i>antiqua</i> (Grun.) Reim.									+					+
<i>C. skvortzowii</i> Skabitsch.				+					+					
<i>C. stuxbergii</i> Cl. var. <i>stuxbergii</i>				+					+	+	+	+		
<i>C. stuxbergii</i> var. <i>sibirica</i> Wisl.					+			+						
<i>C. stuxbergii</i> var. <i>intermedia</i> Wisl.					+			+						
<i>C. subcuspidata</i> Krammer (= <i>C. heteropleura</i> Ehr. var. <i>minor</i> Cl.)				+			+		+	+	+	+		
<i>C. tartuensis</i> Mölder									+					
<i>C. tumida</i> (Bréb.) V. H.			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. tumidula</i> Grun.			+	+	+	+			+					
<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.				+	+	+	+	+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. ventricosa</i> Kütz. var. <i>hankensis</i> Skv.					+				+					
<i>Amphora costulata</i> Skv.									+					+
<i>A. delicatissima</i> Krasske								+						
<i>A. ovalis</i> Kütz. var. <i>ovalis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>A. ovalis</i> var. <i>gracilis</i> Ehr.									+					
<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i> Kütz.						+	+	+	+					+
<i>A. perpusilla</i> Grun.								+						
<i>A. sibirica</i> Skv. et Meyer								+						
<i>A. veneta</i> Kütz.								+						
Семейство Gomphonemataceae														
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr. var. <i>acuminatum</i>	+				+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>G. acuminatum</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Cl.	+		+	+	+	+	+	+	+		+			
<i>G. acuminatum</i> var. <i>coronatum</i> (Ehr.) W. Sm.	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>G. acuminatum</i> var. <i>pusilla</i> Grun.									+					+
<i>G. acuminatum</i> var. <i>trigonocephalum</i> (Ehr.) Grun.					+									
<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabenh. var. <i>angustatum</i>							+	+	+					
<i>G. angustatum</i> var. <i>productum</i> Grun.	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+		
<i>G. angustatum</i> var. <i>undulatum</i> Grun.				+	+			+	+			+		
<i>G. augur</i> Ehr.									+					+
<i>G. constrictum</i> Ehr. var. <i>constrictum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>G. constrictum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehr.) Cl.					+									
<i>G. constrictum</i> var. <i>hedinii</i> (Hust.) Zabelina (= <i>G. hedinii</i> Hust.)									+					
<i>G. eriense</i> Grun. var. <i>eriense</i>									+					
<i>G. eriense</i> var. <i>rostratum</i> A. S.									+					+
<i>G. gracile</i> Ehr. var. <i>gracile</i>									+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>G. gracile</i> var. <i>lanceolatum</i> Kütz.				+				+						
<i>G. helveticum</i> Brun				+										
<i>G. intricatum</i> Kütz. var. <i>intricatum</i>			+	+	+	+			+		+	+		+
<i>G. intricatum</i> var. <i>minor</i> Skv.				+				+						
<i>G. intricatum</i> var. <i>pumilum</i> Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		
<i>G. intricatum</i> var. <i>vibrio</i> (Ehr.) Cl.				+	+				+	+	+	+		+
<i>G. lanceolatum</i> Ehr.			+				+	+	+					
<i>G. longiceps</i> Ehr. var. <i>longiceps</i>			+	+			+	+	+					
<i>G. longiceps</i> var. <i>montanum</i> (Schum.) Cl. f. <i>montanum</i>	+	+	+		+	+			+			+		+
<i>G. longiceps</i> var. <i>montanum</i> f. <i>suecicum</i> Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>G. longiceps</i> var. <i>subclavatum</i> Grun. f. <i>subclavatum</i>		+		+	+	+		+	+			+		
<i>G. longiceps</i> var. <i>subclavatum</i> f. <i>gracile</i> Hust.										+				+
<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>olivaceum</i>				+	+		+	+	+					
<i>G. olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> Cl.					+				+					
<i>G. olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i> Hust.					+				+					+
<i>G. olivaceoides</i> Hust.							+							
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Grun. var. <i>parvulum</i>							+	+	+		+			
<i>G. parvulum</i> var. <i>lagenulum</i> (Kütz.? Grun.) Hust.				+	+		+	+	+					
<i>G. parvulum</i> var. <i>micropus</i> (Kütz.) Cl.							+	+						
<i>G. parvulum</i> var. <i>subellipticum</i> Cl.							+							
<i>G. quadripunctatum</i> (Østr.) Wisl.							+							
<i>G. subsalinum</i> Wisl. et Poretzky				+					+					
<i>G. subtile</i> Ehr.					+			+	+					
<i>G. tergestinum</i> (Grun.) Fricke					+				+					+
<i>G. ventricosum</i> Greg.			+	+	+		+	+	+	+	+	+		+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Семейство Entomoneidaceae														
<i>Entomoneis alata</i> (Ehr.) Ehr.								+	+					+
<i>E. ornata</i> (Bailey) Reimer		+	+	+		+	+	+	+	+	+			
<i>E. paludosa</i> (W. Sm.) Reimer var. <i>paludosa</i>	+							+	+			+		+
<i>E. paludosa</i> var. <i>subsalina</i> (Cl.) Krammer								+			+			+
Семейство Epithemiaceae														
<i>Epithemia argus</i> Kütz.	+	+			+			+	+					
<i>E. argus</i> var. <i>alpestris</i> (Grun.) Hust.									+					+
<i>E. hyndmanii</i> W. Sm.								+						+
<i>E. intermedia</i> Fricke								+	+					
<i>E. ocellata</i> Kütz.								+						
<i>E. sorex</i> Kütz.	+				+	+		+	+	+	+	+		
<i>E. turgida</i> (Ehr.) Kütz.	+			+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>zebra</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>E. zebra</i> var. <i>porcellus</i> (Kütz.) Grun.						+	+	+	+					
<i>E. zebra</i> var. <i>saxonica</i> (Kütz.) Grun.					+	+		+	+					
<i>Denticula elegans</i> Kütz.					+				+					
<i>D. thermalis</i> Kütz.									+					+
Семейство Rhopalodiaceae														
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll. var. <i>gibba</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>R. gibba</i> var. <i>minuta</i> Krammer								+						+
<i>R. gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Ehr.) Grun.				+	+	+		+	+	+				
<i>R. parallela</i> (Grun.) O. Müll.								+	+					
Семейство Nitzschiaceae														

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>N. acuta</i> Hantzsch							+		+					
<i>N. alpina</i> Hust. emend. Lange-Bertalot					+									+
<i>N. amphibia</i> Grun.		+					+							
<i>N. angularis</i> W. Sm.								+						
<i>N. angustata</i> (W. Sm.) Grun. var. <i>angustata</i>						+	+							
<i>N. angustata</i> var. <i>acuta</i> Grun.					+									
<i>N. angustata</i> var. <i>producta</i> Pant.							+							
<i>N. aquaea</i> Wisl. et Poretzky									+					+
<i>N. capitellata</i> Hust.					+			+	+					
<i>N. clausii</i> Hantzsch				+				+						
<i>N. communis</i> Rabenh. var. <i>abbreviata</i> Grun.								+						
<i>N. denticula</i> Grun.									+					
<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun.				+			+	+						
<i>N. fasciculata</i> Grun.									+					+
<i>N. filiformis</i> (W. Sm.) Hust.				+										
<i>N. flexa</i> Schum.							+	+	+			+		+
<i>N. flexoides</i> Geitler							+				+	+		+
<i>N. fonticola</i> Grun.								+						
<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grun. var. <i>asiatica</i> Hust.							+							
<i>N. gracilis</i> Hantzsch var. <i>gracilis</i>			+	+	+			+	+					
<i>N. gracilis</i> var. <i>capitata</i> Wisl. et Poretzky								+	+					
<i>N. gracilis</i> var. <i>minor</i> Skabitsch.				+	+									
<i>N. gradifera</i> Hust.				+										
<i>N. hantzschiana</i> Rabenh.							+							

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>N. holsatica</i> Hust.							+							
<i>N. heufferiana</i> Grun.		+	+	+			+	+	+					
<i>N. hungarica</i> Grun.									+					+
<i>N. intermedia</i> Hantzsch						+		+						+
<i>N. linearis</i> W. Sm. var. <i>linearis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>N. linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W. Sm.) Grun.			+					+						+
<i>N. lorenziana</i> Grun. var. <i>lorenziana</i>								+	+					+
<i>N. lorenziana</i> var. <i>incerta</i> Grun.								+						+
<i>N. macilenta</i> Greg.								+	+					
<i>N. microcephala</i> Grun.								+						
<i>N. obtusa</i> W.Sm.									+					+
<i>N. ostenfeldii</i> Hust.							+							
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm. var. <i>palea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+					
<i>N. palea</i> var. <i>capitata</i> Wisl. et Poretzky				+	+		+		+					
<i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i> Grun.									+					
<i>N. paleacea</i> Grun.				+	+		+	+	+					
<i>N. recta</i> Hantzsch	+		+	+		+	+	+	+			+		
<i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm.	+	+		+				+	+					
<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.							+	+	+	+	+	+		
<i>N. stagnorum</i> Rabenh.									+					+
<i>N. sublinearis</i> Hust.	+	+	+		+	+		+	+					
<i>N. subtilis</i> (Kütz.) Grun. var. <i>subtilis</i>								+	+					
<i>N. subtilis</i> var. <i>gracialis</i> Grun.									+					+
<i>N. telezkoensis</i> Sheshukova					+				+					+
<i>N. terrestris</i> (Petersen) Hust.				+			+		+			+		+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>N. thermalis</i> Kütz. var. <i>minor</i> Hilse				+					+					
<i>N. tibetana</i> Hust.									+					+
<i>N. tryblionella</i> Hantzsch var. <i>levidensis</i> (W. Sm.) Grun.								+						+
<i>N. tubicola</i> Grun.	+								+					+
<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Grun.		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		
<i>N. vivax</i> W. Sm.								+						+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun. var. <i>amphioxys</i> f. <i>amphioxys</i>		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>H. amphioxys</i> var. <i>amphioxys</i> f. <i>capitata</i> O. Müll.							+		+					
<i>H. amphioxys</i> var. <i>compacta</i> Hust.				+										
<i>H. amphioxys</i> var. <i>constricta</i> Pant.									+					+
<i>H. amphioxys</i> var. <i>major</i> Grun.									+	+	+	+		+
<i>H. amphioxys</i> var. <i>subsalsa</i> Wisl. et Poretzky									+					+
<i>H. amphioxys</i> var. <i>vivax</i> (Hantzsch) Grun.					+				+			+		
<i>H. elongata</i> (Hantzsch) Grun.	+							+		+	+	+		+
<i>H. virgata</i> (Poper) Grun. var. <i>virgata</i>	+	+												+
<i>H. virgata</i> var. <i>capitellata</i> Hust.									+					+
<i>H. virgata</i> var. <i>gracilis</i> Hust.									+					+
Семейство Surirellaceae														
<i>Surirella amphioxys</i> W. Sm.						+								+
<i>S. angustata</i> Kütz. var. <i>angustata</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>S. angustata</i> var. <i>constricta</i> Hust.							+		+					
<i>S. baltica</i> Schum.									+					+
<i>S. barrowcliffia</i> Donk.							+		+					+
<i>S. bifrons</i> Ehr.						+								+
<i>S. biseriata</i> Bréb. var. <i>biseriata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. biseriata</i> var. <i>bifrons</i> (Ehr.) Hust.				+										+
<i>S. carponii</i> Bréb.								+	+					
<i>S. constricta</i> W. Sm.						+								+
<i>S. delicatissima</i> Lewis								+						
<i>S. didyma</i> Kütz. var. <i>didyma</i>						+	+	+	+					
<i>S. didyma</i> var. <i>minor</i> Skv.									+					+
<i>S. elegans</i> Ehr.				+					+					
<i>S. gracilis</i> (W. Sm.) Grun.				+			+	+	+		+			+
<i>S. lapponica</i> A. Cl.				+				+						+
<i>S. linearis</i> W. Sm. var. <i>linearis</i>		+				+	+	+	+					
<i>S. linearis</i> var. <i>constricta</i> (Ehr.) Grun.						+			+					+
<i>S. ovalis</i> Bréb.								+	+					+
<i>S. ovata</i> Kütz. var. <i>ovata</i> (=Surirella minuta Breb.)				+				+	+		+			
<i>S. ovata</i> var. <i>pinnata</i> (W. Sm.) Hust.			+	+										
<i>S. robusta</i> Ehr. var. <i>robusta</i>	+							+						
<i>S. robusta</i> var. <i>splendida</i> Ehr.					+				+					
<i>S. spiralis</i> Kütz.						+		+						
<i>S. tenera</i> Greg.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) W. Sm. var. <i>elliptica</i>								+	+	+		+		+
<i>C. elliptica</i> var. <i>hibernica</i> (W. Sm.) V. H.				+		+	+	+	+	+	+	+		+
<i>C. elliptica</i> var. <i>nobilis</i> (Hantzsch) Hust.									+					
<i>C. solea</i> (Bréb.) W. Sm. var. <i>solea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. solea</i> var. <i>apiculata</i> (W. Sm.) Ralfs							+			+				+
<i>C. solea</i> var. <i>gracilis</i> Grun.						+			+		+	+		+
<i>C. solea</i> var. <i>subconstricta</i> O. Müll.	+	+						+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. solea</i> var. <i>vulgaris</i> Meist.		+				+	+	+	+		+			
<i>Campylodiscus echeneis</i> Ehr.				+										
<i>C. levanderi</i> Hust. in Järnefelt								+						+
<i>C. noricus</i> Ehr. var. <i>noricus</i>								+						
<i>C. noricus</i> var. <i>hibernicus</i> (Ehr.) Grun.									+	+		+		
EUGLENOPHYTA														
Класс Euglenophyceae														
Порядок Euglenales														
Семейство Euglenaceae														
<i>Trachelomonas intermedia</i> Dang.								+	+					
<i>T. oblonga</i> Lemm. var. <i>oblonga</i>										+				+
<i>T. oblonga</i> var. <i>attenuata</i> Playf.									+					
<i>T. planctonica</i> Swir. f. <i>planctonica</i>									+					
<i>T. planctonica</i> f. <i>oblonga</i> (Drež.) Popova								+		+	+	+		+
<i>T. similis</i> Stokes									+					
<i>T. sydneyensis</i> Playf.										+				+
<i>T. volvocina</i> Ehr.								+	+					
<i>Strombomonas planctonica</i> (Wołosz.) Popova				+										+
<i>Euglena acus</i> Ehr.			+	+	+		+	+	+		+	+		+
<i>E. caudata</i> Hübner			+					+						+
<i>E. deses</i> Ehr. f. <i>intermedia</i> Klebs		+												+
<i>E. hemichromata</i> Skuja			+	+				+	+					
<i>E. limnophila</i> Lemm. var. <i>limnophila</i>			+	+			+	+	+					+
<i>E. limnophila</i> var. <i>swirenkoi</i> (Arnoldi) Popova			+											+
<i>E. oxyuris</i> Schmarida					+		+	+		+				+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>E. pisciformis</i> Klebs					+				+					
<i>E. proxima</i> Dang.			+		+		+	+	+					+
<i>E. spathirhyncha</i> Skuja									+			+		+
<i>E. texta</i> (Duj.) Hübner			+			+		+						+
<i>E. viridis</i> Ehr.		+	+			+	+	+	+					
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (Carter) Lemm.		+	+											+
<i>L. ovum</i> (Ehr.) Mink.			+	+	+		+	+		+				+
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehr.) Mereschk.					+	+								+
<i>Phacus alatus</i> Klebs				+					+					+
<i>P. caudatus</i> Hübner								+	+					+
<i>P. circumflexus</i> Pochm.								+						+
<i>P. longicauda</i> (Ehr.) Duj. var. <i>longicauda</i>				+			+	+			+			+
<i>P. longicauda</i> var. <i>insecta</i> Hüb.-Pest.				+		+	+	+		+				+
<i>P. longicauda</i> var. <i>tortus</i> Lemm. (=P. <i>helicoides</i> Pochm.)								+						+
<i>P. orbicularis</i> Hübner f. <i>orbicularis</i> (=P. <i>undulatus</i> (Skv.) Pochm.)				+		+	+	+	+	+				+
<i>P. orbicularis</i> Hübner f. <i>communis</i> Popova			+				+		+					+
<i>P. striatus</i> France								+						
Семейство Colaciaceae														
<i>Colacium vesiculosum</i> Ehr. f. <i>vesiculosum</i>						+								+
<i>C. vesiculosum</i> f. <i>arbuscula</i> (Stein) Hüb.-Pest.						+	+		+					
<i>C. vesiculosum</i> f. <i>cyclopicola</i> (Gicklh.) Popova						+	+	+	+					
Порядок Peranematales														
Семейство Scytomonadaceae														
<i>Scytomonas pusilla</i> Stein								+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
RHODOPHYTA														
Класс Florideophyceae														
Порядок Nematiales														
Семейство Acrochaetiaceae														
Audouinella hermannii (Roth) Duby					+									
Chantransia chalybea (Roth) Fries				+	+				+					
C. pugnax Kütz.									+					+
Семейство Batrachospermaceae														
Batrachospermum moniliforme Roth	+							+						
CHLOROPHYTA														
Класс Chlorophyceae														
Порядок Volvocales														
Семейство Chlamydomonadaceae														
Chlamydomonas parallelistriata Korsch.								+						
C. reticulata Gorosch.								+						
C. siderogloea Pasch. et Jahoda		+												+
Carteria klebsii (Dang.) France								+						
Семейство Volvocaceae														
Gonium pectorale Müll.			+	+		+	+	+	+	+	+			
G. sociale Warm.			+	+			+	+	+	+	+			+
Pandorina charkoviensis Korsch.			+	+		+	+	+	+	+	+	+		
P. morum (Mill.) Bory		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Eudorina cylindrica Korsch.								+						
E. elegans Ehr.						+		+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>Volvox aureus</i> Ehr.			+						+					
<i>V. globator</i> (L.) Ehr.					+									
Порядок Tetrasporales														
Семейство Chlorangiellaceae														
<i>Chlorangiella basiannulatum</i> (Skuja) Silva									+					
Семейство Tetrasporaceae														
<i>Tetraspora limnetica</i> W. et G. S. West								+	+					
<i>T. lubrica</i> (Roth) Ag.							+	+						
Семейство Nautococcaceae														
<i>Nautococcus piriformis</i> Korsch.								+						
<i>Apiococcus consociatus</i> Korsch.					+				+					
<i>Glaucosphaera vacuolata</i> Korsch.		+												+
Порядок Chlorococcales														
Семейство Chlorococcaceae														
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Shrank) Menegh.									+					+
<i>Trebouxia arboricola</i> Puym.									+					+
<i>Macrochloris dissecta</i> Korsch.									+					
Семейство Sphaerocystidaceae														
<i>Hormotila mucicola</i> Korschik.								+						
<i>Palmella microscopica</i> Korsch.								+						
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korsch.) Bourr.	+							+	+					
<i>Planctococcus sphaerocystiformis</i> Korsch.				+				+						
<i>Heleochloris pallida</i> Korsch.									+					
<i>Dactylosphaerium jurisii</i> Hind.		+			+	+			+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Семейство Characiaceae														
<i>Fernandinella alpina</i> Chod. emend. Korsch.								+						
<i>Characium acuminatum</i> A. Br.									+					+
<i>C. braunii</i> Brügger									+					
<i>Ankyra judayi</i> (G. M. Smith) Fott					+									+
<i>Korschikoffiella gracilipes</i> (Lamb.) Silva							+	+						
<i>K. limnetica</i> (Lemm.) Silva		+							+					
<i>K. michailowskiensis</i> (Elenk.) Silva var. <i>angustus</i> (Elenk.) Korsch.									+					
<i>Schroederia robusta</i> Korsch.						+								+
<i>S. setigera</i> (Schröd.) Lemm.			+		+		+							+
Семейство Treubariaceae														
<i>Desmatractum indutum</i> (Geitl.) Pasch.						+			+					+
<i>Treubaria planctonica</i> (G. M. Smith) Korsch.									+					+
Семейство Hydrodictyaceae														
<i>Euastropsis richteri</i> (Schmidle) Lagerh.									+			+		
<i>Pediastrum angulosum</i> (Ehr.) Menegh.										+	+			+
<i>P. biradiatum</i> Meyen (=P. tetrapodium Mor.-Wod.)		+	+				+	+	+	+	+	+		
<i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh. var. <i>boryanum</i>		+	+				+	+	+	+	+		+	
<i>P. boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Racib.) Sulek		+	+				+	+	+	+	+			+
<i>P. boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>P. duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>			+		+		+	+	+	+	+			
<i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i> W. et G. S. West							+	+	+	+				+
<i>P. duplex</i> var. <i>subgranulatum</i> Racib.		+	+				+	+	+	+	+			+
<i>P. kawraiskyi</i> Schmidle			+		+		+	+	+					
<i>P. praecox</i> Mor.-Wod.									+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>P. simplex</i> Meyen								+						
<i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Sorastrum americanum</i> (Bohl.) Schmidle							+							+
<i>S. spinulosum</i> Näg.						+			+	+				+
Семейство Golenkiniaceae														
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat									+					+
<i>Polyedriopsis spinulosa</i> (Schmidle) Schmidle					+				+				+	+
Семейство Micractiniaceae														
<i>Golenkiniopsis longispina</i> (Korsch.) Korsch.									+					
<i>Micractinium bornhemiense</i> (Corn.) Korsch.									+					+
<i>M. pusillum</i> Fres.							+		+					+
<i>M. quadrisetum</i> (Lemm.) G. M. Smith								+	+					
Семейство Botryococcaceae														
<i>Dictyosphaerium anomalum</i> Korsch.								+	+					
<i>D. chlorelloides</i> (Naum.) Kom. et Perm.		+			+	+		+	+	+				+
<i>D. ehrenbergianum</i> Näg.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>D. granulatum</i> Hind.		+							+					+
<i>D. pulchellum</i> Wood	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>D. simplex</i> Korsch.								+						
<i>D. subsolitaria</i> van Goor		+	+	+	+	+		+	+	+				+
<i>D. tetrachotomum</i> Printz (=D. pulchellum var. ovatum Korsch.)		+	+	+	+			+	+	+				
<i>Quadricoccus ellipticus</i> Hortob.		+			+		+		+		+			+
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.										+	+			+
Семейство Radiococcaceae														
<i>Coenococcus planctonicus</i> Korsch.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+			

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. polycoccus</i> (Korsch.) Hind. (=Sphaerocystis polycocca Korsch.)	+	+	+	+		+		+	+					
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Korsch.						+		+	+					
<i>Coenochloris fottii</i> (Hind.) Tzar. (=Sphaerocystis schroeteri Chod.)		+		+		+		+						
<i>C. korschikofii</i> Hind. (=Coenocystis planctonica Korsch.)		+						+	+					
<i>C. ovalis</i> Korsch.		+							+					
<i>C. piscinalis</i> Fott		+						+						
<i>C. pyrenoidosa</i> Korsch.		+			+	+		+		+				+
<i>Palmodictyon lobatum</i> Korsch.									+					+
<i>P. varium</i> (Näg.) Lemm.										+	+			+
Семейство Chlorellaceae														
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.							+							
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansg.										+				+
<i>T. incus</i> (Teil.) G. M. Smith								+	+	+				
<i>T. minimum</i> (A. Br.) Hansg.					+		+	+		+				+
<i>T. triangulare</i> Korsch.						+								+
<i>T. trigonum</i> (Näg.) Hansg. var. <i>gracile</i> Reinsch							+							+
Семейство Oocystaceae														
<i>Trochiscia aciculifera</i> (Lagerh.) Hansg.								+	+					
<i>T. granulata</i> (Reinsch) Hansg.								+						
<i>Franceia tenuispina</i> Korsch.					+									+
<i>Siderocystopsis fusca</i> (Korsch.) Swale	+	+				+			+				+	+
<i>Lagerheimia chodatii</i> Bern.	+							+	+					
<i>L. ciliata</i> (Lagerh.) Chod.									+	+				+
<i>L. genevensis</i> (Chod.) Chod.		+			+	+	+		+	+				
<i>L. marssonii</i> Lemm.									+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>L. quadriseta</i> (Lemm.) G. M. Smith								+						
<i>L. wratislaviensis</i> Schröd.					+		+							+
<i>Oocystis borgei</i> Snow		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
<i>O. elliptica</i> W. West		+												+
<i>O. lacustris</i> Chod.	+		+			+	+	+	+	+	+			+
<i>O. marssonii</i> Lemm.		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>O. parva</i> W. et G. S. West		+					+	+						
<i>O. rhomboidea</i> Fott		+	+		+	+	+	+	+		+			+
<i>O. solitaria</i> Wittr.	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+		+
<i>O. submarina</i> Lagerh.			+			+	+	+	+					+
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Näg.								+	+	+				+
<i>N. lunatum</i> W. West							+		+	+				+
<i>Nephrochlamis willeana</i> (Printz) Korsch.									+					+
Семейство Selenastraceae														
<i>Closteriopsis acicularis</i> (G. M. Smith) Belcher et Swale (=C. longissima (Lemm.) Lemm. var. acicularis G. M. Smith; Ankistrodesmus longissimus var. acicularis (Chod.) Brunth.)					+			+	+					
<i>C. longissima</i> (Lemm.) Lemm. (=Ankistrodesmus longissimus (Lemm.) Wille)	+							+	+					
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind. (=Ankistrodesmus arcuatus Korsch.; A. pseudomirabilis Korsch.)	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn. (=Ankistrodesmus pseudomirabilis var. spiralis Korsch.)							+	+	+	+	+	+		
<i>M. griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>M. irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn. (=Ankistrodesmus angustus Bern.; Dactylococcopsis irregularis G. M. Smith)			+	+	+	+	+	+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>M. komarkovae</i> Nygaard	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
<i>M. minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn. (=Ankistrodesmus minutissimus Korsch.)							+		+					
<i>M. tortile</i> (W. et G. S. West) Kom.-Legn.		+	+				+		+	+				
<i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Smith) Korsch.									+					
<i>K. lunaris</i> (Kirchn.) Möbius										+				
<i>K. obesa</i> (W. West) Schmidle		+							+					
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hind.) Marv. et al.		+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
<i>R. subcapitata</i> (Korsch.) Nyg. et al.		+												+
<i>Quadrigula korschikoffii</i> Kom.		+	+					+		+	+			+
<i>Q. pfitzeri</i> (Schröd.) G. M. Smith		+								+				+
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs		+					+		+	+	+			
<i>A. fusiformis</i> Corda ex Korsch.	+					+	+	+	+	+	+	+		
<i>A. spiralis</i> (Turp.) Lemm.	+	+				+		+	+	+	+	+		
<i>Selenastrum bibraianus</i> Reinsch (=Ankistrodesmus bibraianus (Reinsch) Korsch.)					+			+	+	+				
<i>S. gracilis</i> Reinsch		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Hyaloraphidium arcuatum</i> Korsch.										+				
<i>H. contortum</i> Pasch. et. Korsch. var. <i>contortum</i>										+				+
<i>H. contortum</i> var. <i>tenuissimum</i> Korsch.									+	+				+
Семейство Coelastraceae														
<i>Coelastrum astroideum</i> De-Not		+	+		+		+	+	+	+				+
<i>C. microporum</i> Näg.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>C. pseudomicroporum</i> Korsch.							+	+	+					
<i>C. sphaericum</i> Näg.							+	+	+					
<i>Actinastrum aciculare</i> Playf.		+			+		+		+					+
<i>A. fluviatile</i> (Schröd.) Fott					+				+	+				

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>A. hantzschii</i> Lagerh. var. <i>hantzschii</i>					+			+	+			+		
<i>A. hantzschii</i> var. <i>subtile</i> Wołosz. (= <i>A. hantzschii</i> var. <i>gracile</i> Roll)					+		+		+	+				
Семейство Scenedesmaceae														
<i>Pseudotetrastrum punctatum</i> (Schmidle) Hind.		+												+
<i>Tetrachlorella alternans</i> (G. M. Smith) Korsch.		+					+		+	+				+
<i>Westella botryoides</i> (W. West) De-Wild.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Willea irregularis</i> (Wille) Schmidle		+	+	+			+	+	+	+	+			+
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle		+	+	+				+	+	+	+			
<i>C. lauterbornei</i> (Schmidle) Schmidle			+				+							+
<i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G. S. West		+	+	+	+		+	+	+					
<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemm.) Kom. (= <i>Crucigenia apiculata</i> (Lemm.) Schmidle)		+	+		+		+		+	+	+			
<i>C. rectangularis</i> (Näg.) Kom.						+		+	+					+
<i>Tetrastrum elegans</i> Playf.					+	+			+					+
<i>T. heteracanthum</i> (Nordst.) Chod.							+		+					+
<i>T. komarekii</i> Hind.			+	+	+		+	+	+	+	+			+
<i>T. staurogeniaeforme</i> (Schröd.) Lemm.					+				+					+
<i>T. triangulare</i> (Chod.) Kom.		+		+			+	+	+	+				+
<i>Tetrallantos lagerheimii</i> Teil.							+	+						+
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. var. <i>acuminatus</i>					+	+	+		+					
<i>S. acuminatus</i> var. <i>elongatus</i> G.M.Smith									+					
<i>S. acutiformis</i> Schröd.						+		+	+					+
<i>S. acutus</i> Meyen		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
<i>S. antillarum</i> Comas					+			+	+					+
<i>S. apiculatus</i> (W. et G. S. West) Chod.		+				+		+	+					
<i>S. arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.		+	+	+	+	+	+	+	+	+				

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. armatus</i> Chod.		+	+		+	+	+		+	+	+	+		+
<i>S. bicaudatus</i> Deduss.				+	+	+	+	+	+					+
<i>S. brasiliensis</i> Bohl.						+								+
<i>S. caudato-aculeolatus</i> Chod. var. <i>caudato-aculeolatus</i>					+	+			+					+
<i>S. caudato-aculeolatus</i> var. <i>spinosus</i> (Deduss.) Pankow (=S. <i>quadricauda</i> var. <i>spinosus</i> Deduss.)					+				+					
<i>S. columnatus</i> Hortob.		+					+	+						+
<i>S. communis</i> Hegew.								+						+
<i>S. denticulatus</i> Lagerh. var. <i>denticulatus</i>								+	+					
<i>S. denticulatus</i> var. <i>australis</i> Playf.									+					
<i>S. denticulatus</i> var. <i>disciformis</i> Hortob.								+						+
<i>S. denticulatus</i> var. <i>linearis</i> Hansg. f. <i>linearis</i>							+	+	+	+	+			+
<i>S. denticulatus</i> var. <i>linearis</i> f. <i>costato-granulatus</i> (Hortob.) Uherkov.					+			+	+	+				+
<i>S. denticulatus</i> var. <i>linearis</i> f. <i>granulatus</i> Hortob.		+	+			+		+						+
<i>S. disciformis</i> (Chod.) Fott et Kom.		+	+	+	+	+	+	+	+		+			+
<i>S. ellipticus</i> Corda		+			+	+	+	+		+	+			
<i>S. falcatus</i> Chod. (=S. <i>acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinsch)					+			+	+	+				
<i>S. granulatus</i> W. et G. S. West		+			+	+								+
<i>S. gutwinskii</i> Chod. var. <i>gutwinskii</i>					+	+								+
<i>S. gutwinskii</i> var. <i>heterospina</i> Bodr.							+		+					+
<i>S. intermedius</i> Chod. var. <i>intermedius</i> (=S. <i>quadricauda</i> (Turp.) Bréb. var. <i>eualternans</i> Proschk.)					+		+		+					+
<i>S. intermedius</i> var. <i>bicaudatus</i> Hortob.								+	+					+
<i>S. lefevrii</i> Defl.						+								+
<i>S. obliquus</i> (Turp.) Kütz. (=S. <i>bijugatus</i> Kütz.)					+			+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. obtusus</i> Meyen		+			+		+	+		+				+
<i>S. opoliensis</i> P. Richt var. <i>opoliensis</i>									+					
<i>S. opoliensis</i> var. <i>carinatus</i> Lemm.					+									+
<i>S. papillosum</i> Pankow							+							+
<i>S. parvus</i> (G. M. Smith) Bourr. et Mang.					+		+		+					+
<i>S. polyglobulus</i> Hortob.		+			+									+
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Bréb. var. <i>quadricauda</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>S. quadricauda</i> var. <i>setosus</i> Kirchn. (= <i>S. quadricauda</i> var. <i>longispina</i> (Chod.) G. M. Smith)		+						+	+					
<i>S. semipulcher</i> Hortob.					+	+				+				+
<i>S. sempervirens</i> Chod. (= <i>S. quadricauda</i> var. <i>abundans</i> Kirchn.)					+		+	+	+					
<i>S. serratus</i> (Corda) Bohl.								+						+
<i>S. soli</i> Hortob.									+	+				+
<i>S. spinosus</i> Chod.			+			+	+	+	+	+				+
<i>S. subspicatus</i> Chod.									+					+
<i>S. verrucosus</i> Roll					+		+		+	+				+
Порядок Chlorosarcinales														
Семейство Chlorosarcinaceae														
<i>Chloroplana terricola</i> Hollerb.									+					
Порядок Ulotrichales														
Семейство Ulotrichaceae														
<i>Ulothrix moniliformis</i> Kütz.		+												+
<i>U. oscillarina</i> Kütz.				+				+	+					
<i>U. subtilissima</i> Rabenh.	+							+	+					
<i>U. tenerrima</i> Kütz.						+	+	+	+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>U. tenuissima</i> Kütz.			+					+						
<i>U. variabilis</i> Kütz.	+				+		+	+						
<i>U. zonata</i> (Web. et Mohr) Kütz.	+			+	+		+	+	+	+				
<i>Uronema confervicola</i> Lagerh.									+					+
<i>Gloeotila pallida</i> Kütz.									+					+
<i>G. pulchra</i> Skuja									+					+
<i>Geminella interrupta</i> (Turp.) Lagerh.									+					+
<i>Geminellopsis fragilis</i> Korsch.							+	+						+
<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.-Lavr.				+						+	+			+
<i>B. tectorum</i> (Kütz.) Beger (= <i>B. tatrana</i> Wittr.)		+	+						+					+
<i>Elakathrix acuta</i> Pasch.								+						
<i>E. gelatinosa</i> Wille							+	+	+					+
<i>E. genevensis</i> (Reverd.) Hind. (= <i>E. lacustris</i> Korsch.)								+	+	+	+			
<i>E. pseudogelatinosa</i> Korsch.										+				+
Семейство Microsporaceae														
<i>Microspora quadrata</i> Hazen		+												+
<i>M. stagnorum</i> (Kütz.) Lagerh.			+											
<i>M. willeana</i> Lagerh.				+										
Семейство Chaetophoraceae														
<i>Stigeoclonium fasciculare</i> Kütz.	+	+	+						+					+
<i>S. setigerum</i> Kütz.	+			+			+		+					+
<i>S. subuligerum</i> Kütz.				+										+
<i>S. tenue</i> Kütz.	+	+	+	+						+				
<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) Ag.								+						
<i>C. incrassata</i> (Hudson) Hazen								+						

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Cloniophora macrocladia (Nordst.) Bourr.									+					
Draparnaldia plumosa (Vauch.) Ag.									+					
Семейство Arphanochaetaceae														
Arphanochaete repens A. Br.								+						
Порядок Cladophorales														
Семейство Cladophoraceae														
Cladophora fracta (O. F. Müll. ex Vahl) Kütz.									+					
C. glomerata (L.) Kütz.	+			+			+							
Порядок Oedogoniales														
Семейство Oedogoniaceae														
Oedogonium patulum Tiffany var.minus Pandey									+					
O. undulatum (Bréb.) A. Br.				+					+					
O. upsaliense Wittr.					+									
O. sp.	+	+				+		+	+					
Bulbochaete intermedia De Bary					+									
B. varians Wittr.									+					
B. sp.	+	+				+		+						
Класс Conjugatophyceae														
Порядок Mesotaeniales														
Семейство Mesotaeniaceae														
Roya obtusa (Bréb.) W. et G. S. West							+							+
R. pseudoclosterium (Roy) W. et G. S. West	+												+	+
Spirotaenia condensata Bréb.								+	+		+			+
Порядок Gonatozygales														
Семейство Gonatozygaceae														

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Gonatozygon brebissonii De Bary var. brebissonii		+		+	+		+		+	+				+
G. brebissonii var. minutum W. et G. S. West	+													+
G. kinahani (Arch.) Rabenh.											+	+		+
G. monotaenium De Bary		+		+		+	+	+	+	+	+			
Порядок Zygnematales														
Семейство Zygnemataceae														
Zygnema leiospermum De Bary									+					
Z. pectinatum (Vauch.) Ag. em. Czurda									+					
Z. sp. ster.	+		+		+				+					
Семейство Mougeotiaceae														
Mougeotia laetevirens Wittr.				+					+					
M. scalaris Hass.					+				+					
M. sp. ster.	+		+		+				+					
Семейство Spirogyraceae														
Spirogyra decimina (Müll.) Kütz.									+					
S. fluviatilis Hilse								+	+					
S. inflata (Vauch.) Kütz.									+					
S. insignis (Hass.) Kütz.									+					
S. laxa Kütz.				+	+									
S. major Kütz.					+									
S. mirabilis (Hass.) Kütz.									+					
S. planum (Wolle.) W. et G. S. West.									+					
S. protecta (Cleve) Wood									+	+				
S. tenuissima (Hass.) Kütz.									+	+				
S. varians (Hass.) Kütz.			+						+					

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. sp. ster.</i>	+	+			+				+					
Порядок Desmidiales														
Семейство Peniaceae														
<i>Penium margaritaceum</i> (Ehr.) Bréb.							+			+				+
<i>P. navicula</i> Bréb.									+					+
<i>P. spirostriolatum</i> Barker	+										+	+		+
Семейство Closteriaceae														
<i>Closterium acerosum</i> (Schr.) Ehr. var. <i>acerosum</i>	+			+			+	+	+	+				
<i>C. acerosum</i> var. <i>elongatum</i> Bréb.							+		+		+			+
<i>C. acutum</i> (Lyngb.) Bréb. var. <i>acutum</i>			+	+	+		+	+	+		+			
<i>C. acutum</i> var. <i>linea</i> (Perty) W. et G. S. West				+					+	+				+
<i>C. angustatum</i> Kütz.												+		+
<i>C. archerianum</i> Cl.												+		+
<i>C. ceratium</i> Perty									+		+			+
<i>C. cornu</i> Ehr.			+											+
<i>C. decorum</i> Bréb.	+	+							+					+
<i>C. dianaе</i> Ehr. var. <i>dianaе</i>									+	+		+		
<i>C. dianaе</i> var. <i>arcuatum</i> (Bréb.) Rabenh.	+	+	+	+	+				+					+
<i>C. didymotocum</i> Corda									+					+
<i>C. ehrenbergii</i> Menegh.				+	+	+	+	+			+	+	+	
<i>C. elenkinii</i> Kossinsk.										+				
<i>C. gracile</i> Bréb. var. <i>gracile</i>				+				+	+	+	+	+	+	
<i>C. gracile</i> var. <i>tenuе</i> (Lemm.) W. et G. S. West										+	+			
<i>C. gracile</i> var. <i>elongatum</i> W. et G. S. West								+				+		+
<i>C. idiosporum</i> W. et G. S. West									+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. incurvum</i> Bréb.								+						+
<i>C. intermedium</i> Ralfs var. <i>intermedium</i>								+	+			+		+
<i>C. intermedium</i> var. <i>hibernicum</i> W. et G. S. West										+				+
<i>C. kuetzingii</i> Bréb.			+	+			+	+	+	+		+		
<i>C. leibleinii</i> Kütz.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. lineatum</i> Ehr.							+	+						
<i>C. littorale</i> Gay f. <i>littorale</i>	+		+	+		+	+	+	+	+		+		
<i>C. littorale</i> f. <i>minus</i> Komarenko		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		
<i>C. macilentum</i> Bréb.	+			+		+		+						
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr. var. <i>moniliferum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. moniliferum</i> var. <i>concauum</i> Klebs					+				+					
<i>C. parvulum</i> Näg. f. <i>parvulum</i>	+			+	+			+	+					
<i>C. parvulum</i> f. <i>majus</i> W. West				+		+								
<i>C. peracerosum</i> Gay var. <i>peracerosum</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+		
<i>C. peracerosum</i> var. <i>elegans</i> G. S. West	+						+	+	+					
<i>C. pritchardianum</i> Arch.				+			+	+	+	+	+	+		
<i>C. pronum</i> Bréb. f. <i>prorum</i>			+					+	+					
<i>C. pronum</i> f. <i>brevis</i> (W. West) Kossinsk.				+										+
<i>C. pseudodiana</i> Roy								+	+					+
<i>C. ralfsii</i> Bréb. var. <i>hybridum</i> Rabenh.							+	+	+	+	+	+		+
<i>C. regulare</i> Bréb.								+						+
<i>C. rostratum</i> Ehr. var. <i>rostratum</i>	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+		
<i>C. rostratum</i> var. <i>brevirostratum</i> (W. West) Kossinsk.				+			+	+	+	+	+	+		
<i>C. setaceum</i> Ehr.									+	+				
<i>C. sigmoideum</i> Lagerh. et Nordst.						+								+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. siliqua</i> W. et G.S.West									+					+
<i>C. strigosum</i> Bréb.							+	+	+	+		+		+
<i>C. striolatum</i> Ehr.				+										
<i>C. subulatum</i> (Kütz.) Bréb.	+		+	+			+	+	+	+	+	+		
<i>C. toxon</i> West											+			+
<i>C. tumidum</i> Johns.	+		+	+	+			+	+	+	+			
<i>C. venus</i> Kütz.				+				+						
Семейство Desmidiaceae														
<i>Pleurotaenium coronatum</i> (Bréb.) Rabenh.							+			+				+
<i>P. ehrenbergii</i> (Bréb.) De Bary var. <i>ehrenbergii</i>								+		+				+
<i>P. ehrenbergii</i> var. <i>elongatum</i> West								+						+
<i>P. trabecula</i> (Ehr.) Näg.							+	+	+	+	+			+
<i>P. truncatum</i> (Bréb.) Näg.				+										
<i>Cylindriastrum capitulum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv. var. <i>spetsbergense</i> (Nordst.) Pal.-Mordv.											+			+
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib. f. <i>abbreviatum</i>		+			+	+	+	+						+
<i>C. abbreviatum</i> f. <i>depressum</i> Kossinsk.		+												+
<i>C. anceps</i> Lund.								+				+		+
<i>C. angulosum</i> Bréb. var. <i>angulosum</i>		+				+								+
<i>C. angulosum</i> var. <i>concinnum</i> (Rabenh.) W. et G. S. West											+			+
<i>C. arctoum</i> Nordst. var. <i>arctoum</i>							+	+			+			+
<i>C. arctoum</i> var. <i>trigonum</i> Nordst.							+							+
<i>C. arnellii</i> Boldt f. <i>compressum</i> West		+												+
<i>C. asphaerosporum</i> Nordst. var. <i>strigosum</i> Nordst.	+													+
<i>C. binum</i> Nordst.							+	+	+	+				+
<i>C. bioculatum</i> Bréb. var. <i>bioculatum</i>		+	+	+	+		+	+	+	+	+			+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. bioculatum</i> var. <i>depressum</i> (Schaarschm.) Schmidle					+		+			+				+
<i>C. bioculatum</i> var. <i>hians</i> W. et G. S. West		+	+											+
<i>C. biretum</i> Bréb.							+							+
<i>C. boeckii</i> Wille	+													+
<i>C. botrytis</i> Menegh. var. <i>botrytis</i>		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. botrytis</i> var. <i>gemmiferum</i> (Bréb.) Nordst.						+								+
<i>C. brebissonii</i> Menegh.		+												+
<i>C. constrictum</i> Delp.			+											+
<i>C. contractum</i> Kirchn. var. <i>contractum</i>							+	+	+	+				+
<i>C. contractum</i> var. <i>ellipsoideum</i> (Elfv.) W. et G. S. West				+				+		+				+
<i>C. contractum</i> var. <i>minutum</i> (Delp.) W. et G. S. West									+	+				+
<i>C. costatum</i> Nordst.								+						+
<i>C. crenatum</i> Ralfs							+							+
<i>C. debaryi</i> Arch. var. <i>novae-semliae</i> Wille								+						+
<i>C. depressum</i> (Näg.) Lund. var. <i>depressum</i>			+				+	+	+	+				+
<i>C. depressum</i> var. <i>achondrum</i> (Boldt) W. et G. S. West		+												+
<i>C. didymoprotupsum</i> W. et G. S. West		+				+	+		+					+
<i>C. etchachanense</i> Roy et Biss.					+				+					+
<i>C. fastidiosum</i> W. et G. S. West		+												+
<i>C. formosulum</i> Hoff var. <i>formosulum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>C. formosulum</i> var. <i>nathorstii</i> (Boldt) W. et G. S. West			+	+		+	+	+	+	+	+			+
<i>C. granatum</i> Bréb. var. <i>granatum</i>		+						+						+
<i>C. granatum</i> var. <i>subgranatum</i> Nordst. f. <i>subgranatum</i>						+				+	+			+
<i>C. granatum</i> var. <i>subgranatum</i> f. <i>crassum</i> Roll								+						+
<i>C. humile</i> (Gay) Nordst. var. <i>humile</i>										+		+		+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. humile</i> var. <i>substriatum</i> (Nordst.) Schmidle									+			+		+
<i>C. impressulum</i> Elfv.		+			+	+	+				+			+
<i>C. margaritatum</i> (Lund.) Roy et Biss. f. <i>margaritatum</i>								+						+
<i>C. margaritatum</i> f. <i>minus</i> (Boldt) W. et G. S. West										+				+
<i>C. margaritifera</i> Menegh.						+								+
<i>C. meneghinii</i> Bréb.								+						+
<i>C. moniliforme</i> (Turp.) Ralfs									+					+
<i>C. monomazum</i> Lund. var. <i>amazum</i> Wołosz.								+						+
<i>C. nasutum</i> Nordst.												+		+
<i>C. novae-semlicae</i> Wille	+	+			+									+
<i>C. obliquum</i> Nordst.									+					+
<i>C. ochthodes</i> Nordst. var. <i>ochthodes</i>	+	+		+		+	+	+						
<i>C. ochthodes</i> var. <i>amoebum</i> West								+						+
<i>C. ornatum</i> Ralfs										+				+
<i>C. phaseolus</i> Bréb.								+						
<i>C. pokornyanum</i> (Grun.) W. et. G. S. West										+		+		+
<i>C. protractum</i> (Näg.) De Bary		+					+	+	+	+				+
<i>C. pseudarctoum</i> Nordst.							+		+	+				+
<i>C. pseudoholmii</i> Borge		+												+
<i>C. pseudonitidulum</i> Nordst.								+						+
<i>C. pseudoretusiforme</i> Grönl.							+							+
<i>C. punctulatum</i> Bréb. var. <i>punctulatum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>C. punctulatum</i> var. <i>subpunctulatum</i> (Nordst.) Börg.					+			+						
<i>C. pusillum</i> (Bréb.) Arch.	+													+
<i>C. pygmaeum</i> Arch.	+	+		+		+				+		+		+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. quadratum</i> Ralfs f. <i>quadratum</i>							+	+		+	+			+
<i>C. quadratum</i> f. <i>willei</i> W. et G. S. West								+		+		+		+
<i>C. raciborskii</i> Lagerh.					+									+
<i>C. rectangulare</i> Grun.			+			+		+						
<i>C. regnellii</i> Wille						+								+
<i>C. regnesii</i> Reinsch										+	+			+
<i>C. reniforme</i> (Ralfs) Arch. var. <i>reniforme</i>		+				+	+	+		+		+		
<i>C. reniforme</i> var. <i>compressum</i> Nordst.						+								+
<i>C. repandum</i> Nordst.		+							+	+				+
<i>C. sexnotatum</i> Gutw. var. <i>tristriatum</i> (Lütkem.) Schmidle		+		+	+	+			+	+	+			+
<i>C. speciosum</i> Lund. var. <i>speciosum</i>	+													+
<i>C. speciosum</i> var. <i>simplex</i> Nordst.												+		+
<i>C. staurastroides</i> Eichl. et Gutw.	+													+
<i>C. subarctoum</i> (Lagerh.) Racib.										+	+			+
<i>C. subaversum</i> Borge				+										+
<i>C. subcrenatum</i> Hantzsch	+						+	+	+	+	+	+		+
<i>C. subprotumidum</i> Nordst.	+						+	+	+	+	+			+
<i>C. subquasillus</i> Boldt										+				+
<i>C. subspeciosum</i> Nordst. var. <i>validius</i> Nordst.							+							+
<i>C. subtumidum</i> Nordst. var. <i>subtumidum</i>			+					+						
<i>C. subtumidum</i> var. <i>klebsii</i> (Gutw.) W. et G. S. West				+	+									+
<i>C. succisum</i> West					+									+
<i>C. thwaitesii</i> Ralfs											+			+
<i>C. tinctum</i> Ralfs							+							+
<i>C. trachypleurum</i> Lund. var. <i>trachypleurum</i>							+							+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. trachypleurum</i> var. <i>minus</i> Racib.	+													+
<i>C. trilobulatum</i> Reinsch var. <i>trilobulatum</i>							+							+
<i>C. trilobulatum</i> var. <i>depressum</i> Printz							+							+
<i>C. truncatellum</i> Perty					+									+
<i>C. turpinii</i> Bréb. var. <i>turpinii</i>		+	+	+		+	+	+	+	+		+		+
<i>C. turpinii</i> var. <i>eximium</i> W. et G. S. West						+								+
<i>C. turpinii</i> var. <i>podolicum</i> Gutw.				+		+	+	+	+	+				+
<i>C. undulatum</i> Corda var. <i>undulatum</i>				+				+						
<i>C. undulatum</i> var. <i>minutum</i> Wittr.									+					+
<i>C. venustum</i> (Bréb.) Arch.								+						
<i>C. vexatum</i> West						+								+
<i>Cosmoastrum botrophilum</i> (Wolle) Pal.-Mordv.						+								+
<i>C. brebissonii</i> (Arch.) Pal.-Mordv.	+	+	+	+			+	+	+	+	+			+
<i>C. coarctatum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.								+						+
<i>C. cumbricum</i> (West) Pal.-Mordv.			+					+		+	+			+
<i>C. dilatatum</i> (Ehr.) Pal.-Mordv. var. <i>dilatatum</i>	+				+		+	+	+	+	+	+		+
<i>C. dilatatum</i> var. <i>hibernicum</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.				+						+				+
<i>C. dispar</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.	+								+					+
<i>C. ellipticum</i> (West) Pal.-Mordv.							+							+
<i>C. erasum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.	+								+					+
<i>C. gladiosum</i> (Turn.) Pal.-Mordv. var. <i>delicatulum</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.										+				+
<i>C. lapponicum</i> (Schmidle) Pal.-Mordv.			+											+
<i>C. muricatum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.								+						+
<i>C. muticum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. oligacanthum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv. var. <i>incisum</i> (West) Pal.-Mordv.										+				+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>C. orbiculare</i> (Ralfs) Pal.-Mordv. var. <i>orbiculare</i>				+			+	+	+					+
<i>C. orbiculare</i> var. <i>hibernicum</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.								+						+
<i>C. orbiculare</i> var. <i>ralfsii</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.									+	+		+		+
<i>C. polytrichum</i> (Perty) Pal.-Mordv.												+		+
<i>C. punctulatum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv. var. <i>punctulatum</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>C. punctulatum</i> var. <i>pygmaeum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.							+		+					+
<i>C. punctulatum</i> var. <i>striatum</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.									+					+
<i>C. retusum</i> (Turn.) Pal.-Mordv.					+									+
<i>C. teliferum</i> (Ralfs) Pal.-Mordv.										+				+
<i>C. turgescens</i> (De Not.) Pal.-Mordv.									+					+
<i>Raphidiastrum avicula</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.		+	+				+	+	+	+		+		+
<i>R. granulosum</i> (Ehr.) Pal.-Mordv. var. <i>granulosum</i>		+	+	+			+	+	+	+				+
<i>R. granulosum</i> var. <i>acutum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.				+				+						+
<i>R. lunatum</i> (Ralfs) Pal.-Mordv. var. <i>lunatum</i>	+		+				+	+	+	+	+	+		+
<i>R. lunatum</i> var. <i>planctonicum</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.							+	+	+					+
<i>R. monticulosum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv.										+				+
<i>R. navigiolum</i> (Grönbl.) Pal.-Mordv.										+				+
<i>R. simonyi</i> (Heimerl) Pal.-Mordv.							+							+
<i>Staurastrum aciculiferum</i> (West) Anders.								+		+				+
<i>S. aculeatum</i> (Ehr.) Menegh.								+						+
<i>S. anatinum</i> Cooke et Wille			+											+
<i>S. bacillare</i> Bréb.								+						
<i>S. basidentatum</i> Borge	+	+					+	+		+	+	+		+
<i>S. boreale</i> W. et G. S. West								+	+					+
<i>S. brachiatum</i> Ralfs										+				+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. chaetoceros</i> (Schröd.) G. M. Smith					+		+	+	+	+				+
<i>S. cingulum</i> (W. et G. S. West) G. M. Smith var. <i>cingulum</i>			+	+			+	+	+					+
<i>S. cingulum</i> var. <i>obesum</i> G. M. Smith			+	+										+
<i>S. cyrtoceros</i> Bréb.									+	+				+
<i>S. diplacanthum</i> De Not									+					+
<i>S. floriferum</i> W. et G. S. West							+							+
<i>S. forficulatum</i> Lund.							+			+	+			+
<i>S. formosum</i> Bernard								+						+
<i>S. furcatum</i> (Ehr.) Bréb.										+				+
<i>S. furcigerum</i> Bréb.			+				+	+	+	+				+
<i>S. glaphyrum</i> W. et G. S. West					+									+
<i>S. gracile</i> Ralfs var. <i>gracile</i>				+	+		+	+	+	+				+
<i>S. gracile</i> var. <i>nanum</i> Wille									+		+	+		+
<i>S. incurvatum</i> W. et G. S. West				+										+
<i>S. inflexum</i> Bréb.							+	+	+	+	+	+		+
<i>S. manfeldtii</i> Delp.							+	+	+	+				+
<i>S. margaritaceum</i> (Ehr.) Menegh. var. <i>margaritaceum</i>	+								+					+
<i>S. margaritaceum</i> var. <i>robustum</i> W. et G. S. West										+				+
<i>S. ophiura</i> Lund.										+				+
<i>S. oxyacanthum</i> Arch.											+			+
<i>S. paradoxum</i> Meyen var. <i>paradoxum</i>					+		+	+	+	+				+
<i>S. paradoxum</i> var. <i>nodulosum</i> West									+					+
<i>S. paradoxum</i> var. <i>parvum</i> West									+					+
<i>S. planctonicum</i> Teil.									+					+
<i>S. polymorphum</i> Bréb.			+	+			+	+	+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. pseudopelagicum</i> W. et G. S. West							+	+		+				+
<i>S. sebalzii</i> Reinsch var. <i>sebalzii</i>							+							+
<i>S. sebalzii</i> var. <i>ornatum</i> Nordst.									+		+			+
<i>S. senarium</i> (Ehr.) Ralfs									+					+
<i>S. sexcostatum</i> Bréb. var. <i>sexcostatum</i>										+				+
<i>S. sexcostatum</i> var. <i>productum</i> West							+	+	+	+				+
<i>S. spongiosum</i> Bréb.							+	+		+				+
<i>S. subarmigerum</i> Roy et Biss.									+					+
<i>S. subcruciatum</i> Cooke et Wills									+					+
<i>S. sublongipes</i> G. M. Smith								+	+					+
<i>S. tetracerum</i> Ralfs var. <i>subexcavatum</i> Grönbl.		+												+
<i>S. tetracerum</i> var. <i>validum</i> W. et. G. S. West								+						
<i>S. vestitum</i> Ralfs var. <i>vestitum</i>							+			+				+
<i>S. vestitum</i> var. <i>splendidum</i> Grönbl.	+													+
<i>Staurodesmus brevispina</i> (Bréb.) Croas. var. <i>brevispina</i>			+	+			+	+		+	+			+
<i>S. brevispina</i> var. <i>kossinskajae</i> Teil.									+					+
<i>S. convergens</i> (Ehr.) Teil. var. <i>convergens</i>								+		+				+
<i>S. convergens</i> var. <i>wollei</i> (I.-M.) Teil.								+						+
<i>S. crassus</i> (W. et G. S. West) Florin			+				+							+
<i>S. cuspidatus</i> (Bréb.) Teil.		+					+	+	+	+	+			+
<i>S. dejectus</i> (Bréb.) Teil. var. <i>dejectus</i>			+				+							+
<i>S. dejectus</i> var. <i>apicularis</i> (Bréb.) Teil.		+						+	+	+	+			+
<i>S. dejectus</i> var. <i>borealis</i> Croas.			+					+	+					+
<i>S. dickiei</i> (Ralfs) Lillier							+		+					+

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. extensus</i> (Borge) Teil. var. <i>extensus</i>			+		+		+	+	+	+				+
<i>S. extensus</i> var. <i>vulgaris</i> (Eickl. et Racib.) Croas.							+							+
<i>S. glaber</i> (Ehr.) Teil. var. <i>glaber</i>		+	+	+			+	+	+	+	+	+		+
<i>S. glaber</i> var. <i>limnophilus</i> Teil.								+						+
<i>S. incus</i> (Bréb.) Teil. var. <i>incus</i>							+		+	+				
<i>S. incus</i> var. <i>ralfsii</i> (West) Teil.										+	+			+
<i>S. indentatus</i> (West) Teil.											+			+
<i>S. leptodermus</i> (Lund.) Teil.										+				+
<i>S. mamillatus</i> (Nordst.) Teil.			+											+
<i>S. megacanthus</i> (Lund.) Thunm. var. <i>megacanthus</i>			+				+	+		+				+
<i>S. megacanthus</i> var. <i>scoticus</i> (West) Lillier												+		+
<i>S. mucronatus</i> (Ralfs) Croas. var. <i>subtriangularis</i> (W. et G. S. West) Croas.								+		+				+
<i>S. pachyrhynchus</i> (Nordst.) Teil. var. <i>convergens</i> (Racib.) Teil.	+													+
<i>S. phimus</i> (Turn.) Thom.							+		+	+				+
<i>S. quiriferus</i> (West) Teil.									+					+
<i>S. spetsbergensis</i> (Nordst.) Teil. var. <i>florina</i> Teil.								+						+
<i>S. subpygmaeus</i> (West) Croas.							+							+
<i>S. subulatus</i> (Kütz.) Thom. var. <i>subaequalis</i> (West) Thom.								+						+
<i>Actinotaenium cruciferum</i> (De Bary) Teil.							+			+				+
<i>A. cucurbita</i> (Bréb.) Teil.							+			+				+
<i>A. diplosporum</i> (Lund.) Teil. (= <i>Cylindrocystis diplospora</i> Lund.)						+								+
<i>A. truncatum</i> (Bréb.) Teil.												+		+
<i>Pachyphorium obsoletum</i> (Hantzsch) Pal.-Mordv. (= <i>Cosmarium obsoletum</i> (Hantzsch) Reinsch)				+										

Приложение 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb.) Kütz. var. <i>antilopaeum</i>		+	+	+			+	+	+	+	+	+		
<i>X. antilopaeum</i> var. <i>polymazum</i> Nordst.								+						+
<i>X. bifidum</i> (Bréb.) Pal.-Mordv. var. <i>truncatum</i> (West) Pal.-Mordv.										+				+
<i>X. cristatum</i> Bréb. var. <i>cristatum</i>								+						+
<i>X. cristatum</i> var. <i>uncinatum</i> Bréb.										+				+
<i>X. smithii</i> Arch. var. <i>octocorne</i> (Ehr.) Pal.-Mordv.			+	+			+	+	+	+	+			+
<i>X. trispinatum</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.												+		+
<i>Euastrum verrucosum</i> Ehr. var. <i>reductum</i> Nordst.								+						+
<i>E. bidentatum</i> Näg. var. <i>bidentatum</i>	+						+		+	+	+			+
<i>E. bidentatum</i> Näg. var. <i>planum</i> Turn.				+										
<i>E. dubium</i> Näg.							+				+			+
<i>E. gemmatum</i> Bréb.											+			+
<i>E. oblongum</i> (Grév.) Ralfs.											+			+
<i>E. turnerii</i> West										+				+
<i>E. verrucosum</i> Ehr. var. <i>alatum</i> Wolle							+			+				+
<i>E. verrucosum</i> Ehr. var. <i>coarctatum</i> Delp.										+				+
<i>E. verrucosum</i> Ehr. var. <i>reductum</i> Nordst.										+				+
<i>Micrasterias apiculata</i> (Ehr.) Menegh. var. <i>brachyptera</i> (Lund.) W. et G. S. West								+						+
<i>M. crux-melitensis</i> (Ehr.) Hass.				+										
<i>M. decemdentata</i> (Näg.) Arch.				+										
<i>M. fimbriata</i> Ralfs				+										
<i>Sphaeroszoma aubertianum</i> West var. <i>aubertianum</i>								+						+

Приложение 1. (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
<i>S. aubertianum</i> var. <i>archeri</i> (Gutw.) W. et G. S. West							+			+				+
<i>S. filiforme</i> (Ehr.) Bourr.										+				+
<i>Teilingia granulata</i> (Roy et Biss.) Bourr. var. <i>granulata</i>			+	+			+		+	+				+
<i>T. granulata</i> var. <i>triangulata</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.								+	+	+	+			+
<i>T. wallichii</i> (Jacobs.) Bourr. var. <i>wallichii</i>			+				+		+	+				+
<i>T. wallichii</i> var. <i>anglica</i> (W. et G. S. West) Pal.-Mordv.							+							+
<i>Spondylosium ornatum</i> Roll					+									+
<i>S. papillosum</i> W. et G. S. West								+						
<i>S. planum</i> (Wolle) W. et G. S. West	+		+	+			+	+	+	+	+			
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Smith) Bréb.			+	+			+	+	+	+	+	+		+
<i>H. mucosa</i> (Mert.) Ehr.							+			+				
<i>Desmidium aptogonum</i> Bréb. var. <i>aptogonum</i>										+	+			+
<i>D. aptogonum</i> Bréb. var. <i>acutius</i> Nordst.								+						+
<i>D. aptogonum</i> var. <i>ehrenbergii</i> Kütz. f. <i>ovale</i> Kissel.								+						+
<i>D. baileyi</i> (Ralfs) Nordst.									+	+	+	+		+
<i>D. swartzii</i> Ag.				+			+	+		+	+			

Приложение 2.

Основные физико-химические параметры вод исследованных рек по пунктам наблюдений
(с указанием географических координат) прочерк означает отсутствие данных

Река/ Пункт отбора проб	Географические координаты		Прозрачность воды, м	Взвешенные вещества, мг/л	Σсолей, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Цветность, град.	рН, ед.	О ₂ , мг/л	Насыщенность кислородом, %	СО ₂ , мг/л	NH ₄ , мг/л	NO ₂ , мкг/л	NO ₃ , мг/л	PO ₄ , мкг/л	P _{общ} , мкг/л	Si, мг/л	ХПК, мг/л	БПК ₅ , мг/л	Fe _{общ} , мг/л	Фенолы, мкг/л	АПAB, мкг/л	Нефтепродукты, мкг/л
	град., в.д.	град., с.ш.																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Алдан																							
пос. Томмот 1 км ниже моста	58.961	126.283	0.7	9.6	105.1	1.22	25	7.57	9.30	93	3.96	0.14	7	0.14	5	6	3.46	23.76	1.75	0.08	0.00	48	107
1 км выше с. Угино	58.685	128.517	0.7	-	76.6	0.93	58	7.23	11.89	119	1.76	0.28	20	0.07	6	15	3.69	23.76	2.11	0.30	0.14	17	25
с. Угино	58.677	128.530	0.7	-	84.3	1.00	50	7.25	10.67	108	2.20	0.25	18	0.16	8	12	4.63	39.60	1.34	0.24	0.14	30	22
1 км ниже с. Угино	58.676	128.548	0.7	-	89.5	1.05	47	7.47	10.64	108	6.60	0.21	16	0.12	6	12	3.52	31.68	0.64	0.23	0.14	15	15
1 км выше р. Учур	58.779	130.602	0.7	13.6	80.7	0.94	39	7.36	11.35	112	4.40	0.23	15	0.12	6	12	3.36	15.84	1.47	0.12	0.32	54	15

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
устье р. Учур	58.792	130.602	0.7	15.6	60.0	0.66	73	6.76	10.33	99	4.84	0.53	18	0.18	9	25	2.93	31.68	1.78	0.42	0.28	46	17
1,5 км ниже р. Учур	58.798	130.572	0.8	10.0	76.9	0.90	43	6.80	10.03	100	4.40	0.29	22	0.35	12	18	3.27	23.76	0.36	0.07	0.22	56	14
1 км выше р. Миль	59.621	133.092	0.8	16.4	80.9	0.90	55	7.10	9.89	100	4.84	0.30	22	0.15	9	18	3.36	63.36	1.57	0.26	0.02	47	19
устье р. Миль	59.630	133.094	0.8	10.4	191.9	2.07	125	7.38	9.33	106	3.96	0.81	18	0.35	37	57	4.63	71.28	1.18	1.85	0.00	72	18
1 км ниже р. Миль	59.637	133.114	0.8	2.8	102.4	1.14	80	7.44	9.51	98	6.60	0.54	31	0.33	22	50	3.60	15.54	1.36	1.33	0.00	22	17
1 км выше р. Мая	60.392	134.504	0.8	4.0	77.0	0.85	68	7.11	9.25	96	7.48	0.33	26	0.18	6	15	3.19	7.77	1.47	0.11	0.20	47	14
устье р. Мая	60.405	134.553	0.8	6.0	86.3	0.97	41	7.48	9.33	98	7.48	0.35	28	0.05	6	12	3.44	7.77	0.22	0.05	0.06	32	15
1 км ниже р. Мая	60.438	134.591	0.8	2.8	75.1	0.85	65	7.32	10.80	110	7.48	0.35	28	0.10	8	18	3.03	7.77	3.01	0.09	0.00	39	13
1 км выше р. Аллах-Юнь	60.600	134.948	0.8	2.4	89.8	1.00	42	7.55	11.20	121	3.52	0.20	16	0.05	8	12	3.36	7.77	2.10	0.00	0.00	44	13
устье р. Аллах-Юнь	60.603	134.954	0.8	11.2	109.0	1.18	35	7.59	10.43	111	4.40	0.21	22	0.05	8	22	2.11	7.77	0.68	0.03	0.14	35	13
1 км ниже р. Аллах-Юнь	60.611	134.937	0.8	4.0	82.2	0.94	26	7.60	11.62	124	3.52	0.25	13	0.05	22	25	3.49	7.77	2.23	0.03	0.28	40	16
1 км выше р. Нотора	61.016	135.441	0.8	4.4	78.9	0.87	46	7.51	10.60	111	3.96	0.30	6	0.13	5	31	3.19	7.77	0.85	0.09	0.14	15	13
устье р. Нотора	61.042	135.438	0.8	2.8	80.1	0.95	56	7.30	10.00	110	2.64	0.32	10	0.14	6	18	2.77	15.54	0.44	0.32	0.32	19	15
1 км ниже р. Нотора	61.053	135.444	0.8	2.8	77.4	0.90	49	7.54	10.90	114	3.52	0.28	0	0.09	6	12	3.26	7.77	1.41	0.23	0.14	24	13
1 км выше р. Куолума	61.620	135.498	0.8	1.6	77.7	0.89	44	7.41	9.86	103	3.08	0.28	0	0.09	6	12	3.19	23.76	1.33	0.12	0.38	22	12

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
устье р. Куолума	61.597	135.476	0.8	4.8	93.7	1.04	66	7.09	10.74	117	2.20	0.50	6	0.55	17	44	2.14	47.52	1.20	0.22	0.12	23	163
1 км ниже р. Куолума	61.597	135.458	0.8	3.6	78.9	0.90	40	7.57	10.29	108	5.28	0.26	0	0.14	6	18	3.16	31.68	1.10	0.09	0.20	25	12
1 км выше р. Амга	62.643	134.936	0.9	0.8	87.0	0.97	38	7.49	8.51	100	3.08	0.26	0	0.14	9	34	3.10	23.76	0.78	0.09	0.30	22	12
устье р. Амга	62.634	134.909	0.9	-	259.3	3.19	62	8.55	8.51	92	3.96	0.27	0	0.34	5	18	2.44	39.60	1.35	0.00	0.26	57	11
1 км ниже р. Амга	62.634	134.888	0.9	2.0	85.4	0.98	49	7.68	8.54	90	3.52	0.26	0	0.10	5	50	3.03	49.56	0.74	0.09	0.36	22	14
1 км выше р. Татта	63.053	133.497	0.9	1.6	90.7	1.05	51	7.75	9.59	100	3.96	0.29	13	0.15	12	64	3.03	42.48	0.84	0.23	0.28	45	9
устье р. Татта	63.020	133.406	0.9	1.6	308.0	3.09	91	7.93	10.60	110	6.16	0.68	8	0.48	89	145	2.90	56.64	2.81	0.66	0.42	15	11
1 км ниже р. Татта	63.024	133.389	0.9	0.8	103.1	1.22	13	7.76	11.53	120	4.40	0.32	0	0.12	11	44	3.03	35.40	4.93	0.25	0.32	22	12
1 км выше р. Тукулаан	63.316	131.954	0.9	4.0	89.4	1.04	6	7.67	9.86	103	3.96	0.30	7	0.12	11	60	2.93	28.32	1.71	0.29	0.26	35	11
устье р. Тукулаан	63.317	131.928	0.9	0.8	102.2	1.13	10	7.61	11.50	113	2.64	0.12	0	0.15	5	50	1.50	7.02	2.71	0.02	0.28	154	10
1 км ниже р. Тукулаан	63.315	131.906	0.9	0.8	87.4	1.05	5	7.51	10.19	106	4.40	0.30	5	0.14	29	34	3.10	14.03	2.18	0.48	0.28	63	12
1 км выше р. Кэлэ	63.332	130.418	0.9	4.4	85.3	1.02	3	7.72	9.36	98	3.96	0.35	3	0.11	12	37	2.96	42.10	0.82	0.26	0.24	55	13
устье р. Кэлэ	63.334	130.388	0.9	1.2	79.2	0.90	1	7.56	11.08	108	3.96	0.21	1	0.11	11	40	1.98	42.10	0.86	0.26	0.16	51	10
1 км ниже р. Кэлэ	63.330	130.370	0.9	-	79.3	0.87	1	7.34	10.31	101	3.96	0.18	1	0.12	3	12	2.31	28.06	0.14	0.08	0.26	31	13

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Виллой																								
13 км ниже плотины ГЭС – 1,2	62.959	112.683	2.5	14.0	85.3	1.00	42	6.95	13.26	102	5.06	0.60	8	0.17	10	40	2.50	44.50	2.88	0.33	0.54	139	70	
выше устья р. У. Ботуобия	62.953	112.783	1.7	14.0	79.5	0.92	47	7.05	13.60	105	5.72	0.74	5	0.16	10	50	2.30	49.00	4.94	0.33	0.50	140	67	
устье р. У. Ботуобия	62.952	112.788	1.7	14.0	94.5	1.18	72	7.16	8.74	87	5.94	1.18	8	0.18	10	40	2.00	46.90	0.62	0.33	0.66	135	61	
ниже устья р. У. Ботуобия	62.957	112.794	1.7	14.0	78.9	0.96	45	7.10	11.73	99	5.28	1.04	8	0.18	10	40	2.20	46.80	1.94	0.16	0.46	129	29	
выше плотины Светлинской ГЭС	63.068	113.484	2.3	14.0	84.2	0.94	40	7.06	12.26	106	6.16	0.96	5	0.18	10	50	2.40	58.40	2.90	0.16	0.54	160	27	
выше устья р. Холомолох– Юрях	63.173	114.453	2.0	14.0	82.6	0.94	42	7.15	12.11	108	5.72	0.90	5	0.19	10	50	2.20	58.70	2.40	0.33	0.50	160	26	
устье р. Холомолох– Юрях	63.172	114.460	2.0	14.0	90.5	1.10	58	7.22	8.43	84	6.60	1.18	10	0.19	10	50	3.30	59.40	0.83	0.33	0.54	158	33	
ниже устья р. Холомолох– Юрях	63.167	114.469	2.0	14.0	89.2	1.10	55	7.26	8.38	84	6.38	1.24	12	0.19	10	40	3.40	58.80	0.73	0.16	0.50	156	30	
выше устья р. Виллойчан	62.543	115.744	1.3	14.0	94.2	1.04	47	7.43	12.48	115	4.40	0.90	5	0.18	10	50	2.20	63.30	2.00	0.16	0.54	158	26	
устье р. Виллойчан	62.536	115.738	1.3	14.8	106.6	1.36	80	7.45	8.85	85	6.60	1.88	13	0.20	20	60	2.70	60.10	0.74	0.48	0.54	170	63	

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже устья р. Виллойчан	62.529	115.747	1.3	14.4	118.4	1.52	75	7.50	8.94	92	7.48	1.32	23	0.19	10	60	2.60	63.80	1.62	0.33	0.50	172	20
выше устья р. Арга-Джели	61.984	117.418	1.7	14.8	112.6	1.34	50	7.57	10.61	100	5.06	1.04	8	0.15	10	50	2.50	74.50	1.48	0.33	0.46	176	31
устье р. Арга-Джели	61.985	117.435	1.7	14.0	112.2	1.36	55	7.42	8.85	87	5.28	1.24	5	0.15	20	80	2.20	72.00	0.80	0.33	0.46	174	35
ниже устья р. Арга-Джели	61.989	117.443	1.7	14.4	101.6	1.18	55	7.48	10.00	96	5.72	1.10	5	0.18	10	60	2.10	75.40	1.16	0.33	0.50	160	30
выше устья р. Ботомою	63.056	117.534	0.9	14.0	126.0	1.22	62	7.47	9.86	98	5.28	1.18	8	0.15	20	100	2.30	55.80	1.01	0.33	0.54	154	22
устье р. Ботомою	63.067	117.550	0.9	14.4	65.9	0.80	90	7.33	8.99	87	7.92	1.54	10	0.23	40	150	2.90	63.90	0.89	0.33	0.46	150	21
ниже устья р. Ботомою	63.074	117.549	0.9	14.4	93.0	1.20	80	7.25	9.00	87	6.16	1.46	10	0.17	20	150	2.70	69.70	0.98	0.33	0.36	152	57
выше устья р. Марха	63.463	118.877	2.3	14.4	92.8	1.08	67	7.35	8.86	93	6.60	1.38	5	0.15	20	140	2.50	65.30	0.97	0.33	0.42	156	72
устье р. Марха	63.470	118.900	2.3	14.8	156.8	1.94	45	7.72	8.76	88	6.60	0.82	5	0.13	10	50	1.70	67.70	0.41	0.16	0.38	176	26
ниже устья р. Марха	63.463	118.931	2.3	14.4	166.2	2.08	45	7.84	8.88	90	6.60	0.82	10	0.13	10	50	1.70	63.40	0.98	0.16	0.36	176	21
выше устья р. Тюнг	63.768	121.526	1.8	14.8	129.6	1.52	52	7.81	8.86	89	7.04	1.18	5	0.13	10	100	2.10	43.80	0.79	0.16	0.42	160	74
устье р. Тюнг	63.771	121.541	1.8	14.8	137.2	1.74	37	7.84	8.73	88	7.92	0.82	5	0.12	10	90	1.20	43.50	0.61	0.16	0.38	158	38
ниже устья р. Тюнг	63.767	121.568	1.8	14.4	150.1	1.90	37	7.87	8.80	90	7.48	0.82	8	0.12	10	100	1.30	47.50	0.81	0.16	0.38	159	23
выше устья р. Тангары	64.038	123.877	1.2	14.4	106.0	1.30	55	7.80	8.86	90	5.72	1.10	13	0.39	20	100	2.00	54.20	0.68	0.16	0.32	156	20

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
устье р. Тангнары	64.028	123.900	1.2	14.4	76.8	0.96	42	7.70	8.48	88	4.40	1.10	5	0.10	20	100	2.00	54.40	1.08	0.33	0.42	158	76
ниже устья р. Тангнары	64.028	123.915	1.2	14.4	99.5	1.24	52	7.64	8.75	89	5.50	1.04	8	0.17	40	200	2.20	50.00	0.65	0.48	0.36	159	110
устье р. Виллой	64.350	126.393	1.3	14.4	118.1	1.52	45	7.64	8.86	90	6.60	0.96	8	0.15	20	80	1.90	49.10	1.14	0.16	0.38	158	30
Чара																							
выше устья р. Апсат	57.037	118.504	1.1	14.8	37.6	0.48	24	7.32	10.73	95	5.28	0.37	4	0.07	20	20	1.44	18.00	1.39	0.37	0.30	10	1
устье р. Апсат	57.040	118.509	2.2	14.8	44.1	0.52	9	7.36	11.70	99	4.40	0.15	3	0.07	0	40	1.24	10.00	1.74	0.27	0.30	10	1
ниже устья р. Апсат	57.038	118.515	1.4	14.8	51.8	0.62	31	7.45	11.01	99	4.84	0.37	4	0.12	0	70	1.24	12.00	1.88	0.27	0.30	10	1
выше устья р. Большая Тора	57.781	118.672	1.3	14.0	27.3	0.32	20	7.30	11.11	98	4.62	0.45	4	0.07	10	120	1.28	12.00	1.19	0.20	0.30	10	1
устье р. Большая Тора	57.781	118.670	1.2	14.0	24.1	0.28	18	6.84	12.03	98	4.18	0.35	5	0.12	60	320	0.94	10.00	2.01	0.52	0.30	10	1
ниже устья р. Большая Тора	57.787	118.665	1.7	14.0	25.9	0.32	24	7.02	10.58	89	3.96	0.30	3	0.06	0	120	1.34	10.00	0.57	0.20	0.30	10	1
выше устья р. Сень	57.989	118.436	1.8	16.0	22.1	0.28	29	7.01	11.79	96	5.28	0.23	4	0.05	0	20	1.14	10.00	1.57	0.16	0.26	10	1
устье р. Сень	57.993	118.432	1.4	16.4	32.1	0.42	16	7.00	12.34	100	3.52	0.17	2	0.04	0	60	1.24	10.00	2.22	0.07	0.26	10	1
ниже устья р. Сень	58.002	118.433	1.4	16.0	31.7	0.40	13	7.04	12.30	100	3.30	0.17	4	0.08	0	40	1.04	10.00	2.18	0.04	0.26	10	1
выше устья р. Жуя	58.757	118.175	1.9	14.0	46.1	0.58	25	7.52	11.36	97	4.40	0.29	4	0.08	0	20	1.20	17.00	1.23	0.16	0.26	10	1
устье р. Жуя	58.762	118.154	0.6	14.0	62.0	0.80	29	7.75	10.97	97	4.40	0.40	7	0.16	80	320	1.44	10.00	1.46	0.87	0.26	10	1

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже устья р. Жуя	58.774	118.146	0.5	14.0	54.1	0.68	32	7.72	11.02	97	3.52	0.49	7	0.16	70	270	1.48	10.00	1.64	0.70	0.26	10	1
фарватер	58.966	118.871	0.6	12.4	50.4	0.62	23	7.82	10.86	96	4.18	0.30	4	0.09	30	160	1.24	17.00	1.42	0.37	0.30	10	1
выше устья р. Молбо	59.752	119.370	0.8	15.2	63.8	0.76	26	7.77	10.67	97	3.96	0.35	4	0.09	30	100	0.94	18.00	1.32	0.37	0.30	20	2
устье р. Молбо	59.757	119.368	1.7	15.2	179.3	2.24	38	8.25	9.45	95	6.16	0.49	4	0.09	0	20	1.24	28.00	0.80	0.07	0.30	20	2
ниже устья р. Молбо	59.764	119.378	1.1	15.2	173.8	2.14	39	8.33	9.55	96	6.16	0.45	4	0.10	0	40	1.24	20.00	1.05	0.07	0.30	20	2
выше устья р. Токко	59.849	120.350	0.9	16.0	63.4	0.82	24	8.05	10.48	96	3.52	0.35	4	0.08	20	120	0.84	10.00	1.48	0.20	0.30	10	1
устье р. Токко	59.840	120.366	3.0	16.0	87.7	1.10	24	8.00	9.70	94	4.40	0.09	4	0.04	0	40	1.12	10.00	1.30	0.04	0.30	10	1
ниже устья р. Токко	59.855	120.403	3.3	16.0	83.7	1.14	27	8.04	9.74	94	3.96	0.09	4	0.03	10	20	1.24	10.00	1.11	0.04	0.30	10	1
устье р. Чара	60.313	120.891	1.1	12.4	66.3	0.84	32	7.93	10.19	98	3.52	0.26	4	0.06	20	60	0.88	10.00	1.48	0.20	0.30	20	2
Олёкма																							
р. Олёкма	56.574	121.533	2.1	11.2	38.2	0.58	43	7.03	7.68	95	6.38	0.43	3	0.09	10	10	1.88	34.20	0.61	0.16	0.40	20	4
выше устья р. Хани	57.037	121.012	2.5	11.6	27.6	0.40	43	7.06	8.11	91	6.60	0.23	3	0.10	10	20	1.44	34.00	0.35	0.16	0.40	20	4
устье р. Хани	57.043	121.009	2.1	12.0	20.0	0.28	25	7.14	9.71	99	4.40	0.06	2	0.07	10	20	0.84	34.00	0.60	0.07	0.40	20	4
ниже устья р. Хани	57.055	121.010	2.5	12.0	34.3	0.52	33	7.14	9.13	98	5.28	0.17	2	0.07	10	10	1.04	31.60	0.88	0.07	0.40	20	4
выше устья р. Тунгурчи	57.309	121.481	2.9	12.0	24.2	0.34	33	7.16	8.54	96	6.16	0.23	2	0.09	0	60	1.54	33.20	0.97	0.16	0.40	20	4
устье р. Тунгурчи	57.311	121.482	2.1	12.0	42.5	0.58	15	7.69	9.25	97	3.96	0.26	4	0.08	0	20	1.74	28.30	0.18	0.07	0.40	20	4

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже устья р. Тунгурчи	57.320	121.476	2.1	12.4	41.9	0.58	20	7.79	9.12	97	3.96	0.29	5	0.09	10	10	1.44	32.80	0.51	0.07	0.40	20	4
выше устья р. Тас–Миеле	58.089	121.654	2.1	14.0	24.9	0.36	31	7.46	8.74	95	5.28	0.35	5	0.10	10	100	1.54	35.40	0.69	0.16	0.40	20	4
устье р. Тас–Миеле	58.095	121.652	2.1	14.4	20.9	0.28	3	7.71	10.00	100	3.08	0.06	2	0.03	10	10	1.64	27.30	0.56	0.04	0.40	20	4
ниже устья р. Тас–Миеле	58.106	121.660	2.1	14.4	26.1	0.38	20	7.59	9.25	98	3.96	0.23	2	0.06	10	10	1.64	34.10	0.51	0.07	0.40	20	4
устье р. Тас–Хайко	58.175	121.613	2.1	16.4	42.6	0.62	4	7.84	10.76	101	2.64	0.06	3	0.02	10	60	1.94	23.70	1.02	0.07	0.40	20	4
выше устья р. Орюс–Миеле	58.596	121.502	2.5	16.0	26.2	0.38	23	7.48	9.11	97	4.84	0.26	5	0.09	10	140	1.74	32.10	0.86	0.33	0.40	20	4
устье р. Орюс–Миеле	58.602	121.495	1.5	16.0	30.5	0.44	16	7.41	11.03	102	5.06	0.23	5	0.02	10	80	2.24	31.40	1.81	0.52	0.40	20	4
ниже устья р. Орюс–Миеле	58.613	121.497	2.1	16.0	29.0	0.42	25	7.44	9.38	87	4.40	0.12	5	0.08	10	90	2.24	32.40	0.71	0.37	0.40	20	4
выше устья р. Крестях	58.928	121.679	2.0	18.0	28.5	0.42	30	7.46	8.90	96	5.28	0.20	5	0.09	10	30	1.44	34.60	0.24	0.33	0.40	20	4
устье р. Крестях	58.929	121.687	1.3	18.0	67.8	0.96	33	7.89	10.50	103	4.84	0.17	6	0.08	10	90	2.44	30.40	1.52	0.33	0.40	20	4
ниже устья р. Крестях	58.932	121.693	2.1	18.4	42.2	0.58	33	7.86	9.79	99	4.84	0.20	5	0.08	10	90	1.84	31.60	1.13	0.27	0.40	20	4
выше устья р. Тиган	59.520	121.399	2.0	18.0	37.6	0.52	33	7.80	9.05	99	4.84	0.20	6	0.09	30	110	1.54	32.30	0.56	0.27	0.40	20	4
устье р. Тиган	59.526	121.418	2.1	18.4	426.6	5.96	18	8.72	10.14	101	8.80	0.06	4	0.11	10	70	0.94	30.20	0.74	0.07	0.40	20	4

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже устья р. Тиган	59.531	121.431	2.1	18.8	77.4	1.06	28	8.36	9.15	99	4.40	0.26	5	0.08	10	90	1.64	33.80	0.65	0.20	0.40	20	4
устье р. Олёкма	60.309	120.684	2.0	22.0	70.9	1.02	27	8.19	9.24	98	3.96	0.23	5	0.06	10	90	1.24	30.20	0.66	0.16	0.40	20	4
Лена																							
р. Лена (фарватер)	59.544	112.591	0.8	18.0	46.1	0.60	24	7.68	9.36	97	4.18	0.26	2	0.13	40	160	1.82	18.00	0.70	0.52	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	60.361	114.315	1.0	18.0	59.6	0.70	21	7.74	9.30	97	3.08	0.26	0	0.11	30	200	1.82	18.00	0.51	0.52	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	60.485	116.436	1.1	18.4	70.4	0.90	20	7.82	9.11	96	4.62	0.29	4	0.08	30	110	1.70	16.20	0.38	0.43	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	59.688	118.305	1.1	18.4	79.9	0.85	16	7.90	9.11	95	3.30	0.29	0	0.10	30	140	1.74	16.20	0.49	0.52	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	60.351	120.290	1.0	18.4	68.1	0.95	13	8.03	9.22	97	3.52	0.29	3	0.08	40	150	1.78	18.00	0.22	0.47	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	60.552	122.739	0.9	18.0	53.3	0.65	20	7.84	9.33	96	3.74	0.33	2	0.09	40	150	2.08	18.00	0.36	0.74	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	60.787	125.322	0.8	18.0	70.9	1.00	13	7.99	8.93	97	3.74	0.33	3	0.10	40	150	2.14	16.20	0.21	1.20	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	61.189	127.894	0.9	18.0	66.3	0.90	20	7.56	9.33	98	4.40	0.33	3	0.09	40	150	2.18	16.20	0.33	0.77	0.50	70	5
р. Лена (фарватер)	64.424	126.117	1.0	14.4	106.3	1.18	20	7.67	9.38	95	5.06	0.60	10	0.39	10	80	1.00	34.80	0.69	0.16	0.32	156	24
р. Лена (фарватер)	65.827	124.183	1.1	14.0	127.5	1.52	25	7.69	9.11	92	6.60	0.68	10	0.39	20	140	1.30	39.40	0.74	0.10	0.32	152	22
р. Лена 15 км выше	66.659	123.487	1.1	14.0	109.6	1.34	42	7.71	9.03	92	6.16	0.74	18	0.39	10	140	1.60	39.50	1.53	0.02	0.32	150	27

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
п. Жиганск																							
Витим																							
выше устья р. Куанды	56.460	115.772	2.2	12.0	45.7	0.60	23	7.31	8.05	97	3.96	0.12	3	0.11	10	60	1.58	20.00	0.92	0.27	0.40	40	4
устье р. Куанды	56.464	115.770	1.8	14.0	53.6	0.50	2	7.66	8.71	106	3.08	0.05	2	0.05	0	100	1.88	20.40	0.79	0.16	0.40	40	4
ниже устья р. Куанды	56.471	115.751	1.8	12.0	46.0	0.55	3	7.12	8.86	110	2.64	0.05	5	0.06	0	60	1.86	20.00	0.95	0.16	0.40	40	4
выше устья р. Янгуда	56.851	115.586	1.5	12.0	66.3	0.65	19	7.61	8.05	97	3.52	0.12	15	0.10	10	100	1.58	19.80	0.29	0.20	0.40	40	3
устье р. Янгуда	56.851	115.586	1.5	16.0	91.6	1.05	5	7.97	9.94	102	2.86	0.05	2	0.10	0	40	1.10	20.00	0.77	0.16	0.40	40	3
ниже устья р. Янгуда	56.858	115.589	1.5	12.0	61.3	0.75	15	8.01	8.48	98	3.08	0.12	2	0.10	10	240	1.62	19.80	0.53	0.16	0.40	40	3
устье протоки из оз. Орон	57.197	116.435	1.4	14.0	58.3	0.55	19	7.83	8.49	89	4.18	0.12	5	0.12	10	110	1.50	20.00	0.70	0.27	0.40	50	4
выше устья р. Амалык	57.488	116.532	0.6	12.0	43.9	0.55	22	7.81	9.08	96	4.18	0.12	3	0.16	40	240	1.58	22.50	0.90	0.67	0.40	40	3
устье р. Амалык	57.497	116.539	0.6	16.0	64.4	0.55	1	7.45	10.75	101	3.30	0.05	2	0.13	0	20	1.48	22.30	0.68	0.16	0.40	40	3
ниже устья р. Амалык	57.503	116.544	0.6	12.0	58.5	0.50	4	7.37	10.58	101	3.74	0.05	2	0.10	10	30	1.50	22.30	0.74	0.16	0.40	40	3
выше устья р. Олонгро	57.527	115.558	0.6	12.0	50.9	0.60	1	7.32	9.06	95	3.96	0.26	2	0.12	40	220	1.68	26.40	0.63	0.60	0.40	40	4
устье р. Олонгро	57.527	115.552	0.8	14.0	54.9	0.70	1	7.60	10.42	96	3.96	0.23	8	0.10	0	80	2.08	26.00	1.86	1.10	0.40	50	4
ниже устья р. Олонгро	57.523	115.542	0.8	12.0	45.7	0.60	2	7.54	10.32	99	3.96	0.26	2	0.10	10	60	1.98	26.40	1.10	0.87	0.40	40	4

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
выше устья р. Мамакан	57.813	114.062	0.9	12.0	70.7	0.95	3	7.62	9.15	95	4.62	0.19	3	0.11	30	140	1.78	28.20	0.82	0.60	0.40	40	3
устье р. Мамакан	57.818	114.029	0.2	22.0	56.2	0.65	3	7.86	11.00	100	2.64	0.69	20	0.16	160	510	2.28	28.00	1.47	1.54	0.40	50	3
ниже устья р. Мамакан	57.820	113.980	0.5	16.0	58.7	0.70	3	7.87	10.63	103	3.08	0.54	11	0.13	100	340	1.88	28.20	1.12	1.27	0.40	40	3
выше устья р. Мама	58.298	112.935	0.8	16.0	56.6	0.75	2	7.76	9.34	96	3.74	0.33	3	0.15	60	200	1.82	24.00	0.68	0.74	0.40	40	3
устье р. Мама	58.304	112.921	2.1	20.0	47.8	0.65	1	7.72	10.50	98	3.08	0.09	3	0.04	0	100	1.54	24.40	0.41	0.43	0.40	50	3
ниже устья р. Мама	58.318	112.893	0.7	16.0	47.7	0.65	5	7.32	10.52	99	3.30	0.09	2	0.06	10	60	1.48	24.00	0.73	0.16	0.40	40	3
устье р. Витим	59.435	112.712	0.7	14.0	50.0	0.55	18	7.66	9.36	96	3.74	0.33	3	0.11	40	200	1.78	22.30	0.60	0.60	0.40	40	4
Яна																							
выше пос. Верхоянск	67.529	133.395	0.1	424.8	109.6	1.10	27	7.08	9.90	98	3.96	1.40	26	0.17	360	370	2.90	14.00	1.95	2.50	0.12	28	38
выше устья р. Илин–Биллях	67.573	134.158	0.0	248.0	121.9	0.96	20	7.05	9.36	99	3.52	1.40	26	0.18	300	310	2.90	12.00	0.73	2.50	0.12	27	37
устье р. Илин–Биллях	67.573	134.178	0.5	2.0	99.4	0.92	5	7.15	9.32	102	2.64	0.19	4	0.07	30	130	1.80	12.00	0.59	0.50	0.12	20	30
ниже устья р. Илин–Биллях	67.578	134.188	0.1	442.4	112.2	1.15	17	7.06	9.50	96	4.84	1.40	26	0.17	170	280	1.80	12.00	0.71	2.50	0.12	21	31
выше устья р. Тыкках	67.971	134.712	0.1	77.2	94.0	0.90	3	7.30	9.07	98	3.52	0.83	21	0.07	10	170	3.50	10.00	0.08	2.10	0.12	19	29
устье р. Тыкках	67.981	134.688	0.1	136.4	100.2	1.00	10	7.15	9.07	96	3.08	0.83	24	0.09	110	270	3.40	10.00	0.07	1.85	0.12	20	30
ниже устья р. Тыкках	67.988	134.672	0.1	40.4	106.0	1.16	5	6.88	9.15	99	3.08	0.69	16	0.07	30	170	2.90	10.00	0.17	1.66	0.12	17	27

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
выше устья р. Адычи	68.203	134.758	0.1	106.0	103.4	1.08	8	7.36	9.19	97	3.08	1.12	34	0.05	20	120	4.21	11.00	0.44	2.50	0.12	8	18
устье р. Адычи	68.216	134.767	0.7	15.6	112.2	1.20	8	7.64	9.58	101	2.64	0.15	4	0.10	20	110	1.90	11.00	0.41	0.50	0.12	35	45
ниже устья р. Адычи	68.235	134.785	0.9	18.0	101.6	1.16	3	7.46	9.66	102	2.20	0.19	4	0.09	30	120	1.90	12.00	0.53	0.50	0.12	17	27
выше устья р. Бынтай	68.755	134.460	0.9	18.6	96.5	1.10	5	7.26	9.49	96	2.20	0.62	16	0.13	20	120	2.90	10.00	0.58	1.66	0.12	17	27
устье р. Бынтай	68.763	134.417	1.0	15.2	85.0	0.92	4	7.38	10.20	99	2.20	0.05	1	0.10	10	50	1.60	10.00	0.37	0.03	0.12	17	27
ниже устья р. Бынтай	68.771	134.397	0.8	18.0	83.6	0.90	5	7.38	10.00	98	2.20	0.27	9	0.08	30	120	2.21	10.00	0.22	0.67	0.12	17	27
выше устья р. Бақы	69.115	134.500	0.8	15.0	95.3	1.08	8	7.27	9.73	97	2.64	0.40	9	0.08	40	170	2.41	12.00	0.64	0.90	0.12	8	15
устье р. Бақы	69.126	134.458	0.8	15.8	92.9	1.04	10	7.14	10.00	99	3.08	0.19	4	0.07	30	120	2.20	12.00	0.49	0.50	0.12	16	26
ниже устья р. Бақы	69.135	134.462	0.8	15.0	97.9	1.12	10	7.14	10.62	136	2.64	0.27	9	0.08	30	120	2.21	12.00	4.18	0.67	0.12	15	25
выше устья р. Джанкы	69.760	135.185	0.7	17.2	100.6	1.16	11	7.14	10.28	106	2.64	0.27	6	0.08	40	70	2.20	11.00	1.29	0.64	0.12	21	31
устье р. Джанкы	69.771	135.201	0.7	4.4	66.9	0.84	25	6.87	10.22	100	3.08	0.05	1	0.08	10	20	1.90	12.00	1.40	0.17	0.12	8	17
ниже устья р. Джанкы	69.778	135.191	0.7	2.4	56.5	0.66	18	6.90	10.22	100	2.64	0.05	1	0.08	10	20	1.60	11.00	1.91	0.17	0.12	8	18
выше устья р. Черча	70.315	135.075	0.7	14.0	99.6	1.12	17	7.14	10.13	109	2.64	0.40	9	0.10	50	120	2.41	12.00	0.89	0.84	0.12	5	14
устье р. Черча	70.309	135.053	0.8	4.8	34.3	0.38	13	6.86	10.65	101	3.08	0.05	1	0.06	10	20	1.60	12.00	0.86	0.03	0.12	5	14
ниже устья	70.309	135.010	0.8	6.8	61.3	0.70	17	7.06	10.49	106	2.64	0.13	4	0.08	30	70	1.80	12.00	1.07	0.34	0.12	6	16

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
р. Черча																							
выше устья р. Казачка	70.753	136.171	0.8	14.8	101.0	1.18	5	7.13	10.33	102	2.64	0.19	4	0.08	20	40	1.90	12.50	0.71	0.50	0.12	5	14
ниже устья р. Казачка	70.761	136.233	0.9	8.4	92.1	1.10	8	7.13	10.28	101	2.64	0.19	2	0.06	10	50	1.60	12.50	0.93	0.50	0.12	5	15
устье р. Казачка	70.747	136.204	0.9	4.8	46.0	0.62	17	6.69	10.60	107	2.64	0.13	1	0.12	10	20	1.10	12.50	1.73	0.67	0.12	16	26
протока Главное русло	71.142	136.129	0.9	14.0	104.3	1.26	13	7.13	10.30	101	2.64	0.13	2	0.07	10	50	1.90	10.00	0.92	0.17	0.12	8	16
Амга																							
выше перехода нефтепровода	59.307	123.502	4.5	-	236.1	2.83	18	7.04	13.50	-	4.40	0.64	3	0.12	0	0	1.70	27.80	0.69	0.00	6.00	30	20
в точке перехода нефтепровода	59.313	123.512	4.5	-	243.6	2.89	18	7.76	13.50	-	4.40	0.68	0	0.10	8	8	1.70	28.20	0.84	0.00	6.00	30	20
ниже перехода нефтепровода	59.318	123.516	4.5	-	242.2	2.89	18	7.33	13.60	-	4.40	0.68	0	0.10	0	25	1.70	35.20	0.90	0.00	3.00	30	20
пос. Верхняя Амга	59.646	127.118	4.5	16.0	310.2	3.82	13	8.30	10.01	108	0.00	0.74	24	0.06	0	130	1.10	22.00	0.67	0.10	5.00	30	20
выше р. Улу	59.770	128.210	4.5	7.6	293.7	3.56	9	8.13	9.34	92	4.40	0.19	16	0.03	0	20	0.90	19.30	1.11	0.17	4.00	27	17
устье р. Улу	59.773	128.225	4.5	14.0	281.2	3.40	30	8.04	8.89	88	7.04	0.19	21	0.11	0	20	1.00	18.00	0.69	0.17	4.00	26	16
ниже р. Улу	59.780	128.245	4.5	18.0	210.2	2.60	27	8.06	9.78	100	6.16	0.34	1	0.08	0	30	0.90	19.50	1.20	0.17	4.00	26	16
выше р. Мундуруччу	59.983	129.132	4.5	7.2	320.2	3.94	10	8.36	11.55	128	0.00	0.13	21	0.05	0	20	1.10	12.00	1.70	0.10	4.00	26	16
устье р. Мундуруччу	59.985	129.143	4.5	22.4	123.8	1.48	20	8.16	12.11	135	0.00	0.19	4	0.09	50	60	0.60	11.00	1.70	0.30	4.00	26	16

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже р. Мундуруччу	59.983	129.156	4.5	10.8	310.6	3.80	10	8.35	10.95	121	0.00	0.04	2	0.11	0	70	1.10	12.00	0.58	0.10	4.00	26	16
выше р. Уккан	60.123	129.772	4.5	10.8	316.1	3.88	10	8.29	10.18	112	0.00	0.13	24	0.03	0	20	0.90	11.00	0.10	0.17	4.00	26	16
устье р. Уккан	60.126	129.780	4.5	5.6	206.8	2.36	40	8.28	11.80	122	0.00	0.34	31	0.09	20	150	1.40	11.00	1.22	0.67	4.00	26	16
ниже р. Уккан	60.130	129.793	4.5	6.4	296.9	3.68	10	8.47	12.75	140	0.00	0.06	24	0.03	0	30	1.20	11.00	1.11	0.17	4.00	26	16
выше р. Биелиме	60.418	130.995	4.0	30.4	239.4	2.98	8	9.07	11.92	133	0.00	0.13	34	0.04	10	30	1.00	10.67	0.39	0.44	4.00	25	15
устье р. Биелиме	60.424	131.001	4.0	4.4	257.7	3.16	17	9.28	11.92	129	0.00	0.13	2	0.05	10	50	0.90	10.10	0.66	0.17	4.00	25	16
ниже р. Биелиме	60.430	131.005	4.0	24.0	301.3	3.76	13	8.24	11.56	128	0.00	0.04	2	0.06	0	20	1.10	10.37	0.26	0.10	4.00	25	15
выше р. Кюлюпчу	60.653	131.517	4.0	25.6	301.2	3.76	13	8.04	11.04	119	0.00	0.06	1	0.10	0	60	1.00	8.50	0.59	0.03	4.00	25	15
устье р. Кюлюпчу	60.659	131.521	4.0	20.8	348.3	3.80	60	7.95	7.11	77	0.00	0.83	4	0.22	10	220	2.00	8.00	1.41	3.00	4.00	25	15
ниже р. Кюлюпчу	60.662	131.527	4.0	25.6	308.5	3.82	10	8.20	11.85	129	0.00	0.02	9	0.13	10	60	1.00	8.70	0.55	0.17	4.00	25	15
выше р. Хотуя	60.942	132.222	4.0	28.0	308.3	3.82	13	8.11	12.52	135	0.00	0.04	2	0.11	10	50	1.00	9.50	1.66	0.17	4.00	25	15
устье р. Хотуя	60.944	132.225	4.0	24.0	422.9	4.98	58	8.11	12.04	120	7.48	0.69	4	0.23	10	120	0.40	9.00	2.51	0.50	4.00	25	15
ниже р. Хотуя	60.945	132.235	4.0	29.2	309.3	3.80	10	8.70	13.37	144	0.00	0.04	16	0.04	0	50	0.90	9.50	0.99	0.34	4.00	25	15
выше р. Кенгеде	61.781	133.747	4.0	21.6	287.1	3.56	17	8.66	12.42	127	0.00	0.04	11	0.02	10	120	0.80	9.55	1.30	0.17	4.00	25	15
устье р. Кенгеде	61.786	133.755	4.0	25.2	294.5	3.62	18	8.38	12.53	128	0.00	0.04	4	0.05	0	10	0.60	9.50	1.78	0.34	4.00	25	15
ниже р. Кенгеде	61.790	133.756	4.0	29.6	215.9	2.66	13	8.50	12.68	129	0.00	0.13	6	0.04	10	10	0.60	9.55	1.29	0.17	4.00	25	15
р. Амга	62.244	134.534	4.0	40.8	276.1	3.32	17	8.13	10.23	101	0.00	0.13	19	0.08	20	50	0.80	11.00	0.77	0.17	4.00	25	15

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Анабар																							
выше устья р. Дарихан	69.302	106.888	2.5	-	16.0	0.20	39	8.21	8.10	75	8.80	0.24	6	0.30	0	2	2.16	26.50	0.70	0.10	0.10	11	7
устье р. Дарихан	69.302	106.893	2.5	-	18.6	0.24	73	8.26	6.40	63	5.28	0.52	34	0.14	0	2	3.20	32.40	0.70	0.26	0.10	11	7
ниже устья р. Дарихан	69.308	106.895	2.5	-	19.3	0.24	64	8.27	7.10	69	5.72	0.78	4	0.16	0	14	3.04	32.25	0.70	0.26	0.10	11	7
выше устья р. Далдын	69.426	109.026	2.5	-	18.7	0.20	56	8.29	7.20	72	6.60	0.42	8	0.10	4	54	2.84	29.20	0.70	0.20	0.14	14	6
Устье р. Далдын	69.427	109.035	2.5	-	15.7	0.20	35	8.29	7.20	67	3.96	0.32	4	0.06	0	24	2.16	15.65	0.70	0.08	0.14	14	6
ниже устья р. Далдын	69.424	109.063	2.5	-	17.5	0.22	39	8.34	7.80	73	5.28	0.32	20	0.08	4	66	2.36	21.35	0.70	0.08	0.14	14	6
выше устья р. Джелинде	69.968	110.983	2.5	-	23.7	0.30	52	8.05	6.80	64	6.16	0.42	4	2.16	0	40	2.68	26.80	0.70	0.16	0.12	11	7
Устье р. Джелинде	69.964	110.998	2.5	-	15.5	0.22	33	8.46	7.70	68	3.52	0.24	4	0.06	0	14	2.04	22.50	0.70	0.02	0.12	11	7
ниже устья р. Джелинде	69.954	111.023	2.5	-	18.6	0.20	37	8.42	8.10	72	3.96	0.24	4	0.06	0	34	2.04	26.05	0.70	0.08	0.12	11	7
выше устья р. Дюкен	69.897	112.800	2.5	-	13.8	0.20	56	8.45	8.20	75	4.84	0.42	8	0.10	0	34	2.04	34.60	0.70	0.16	0.10	10	6
Устье р. Дюкен	69.900	112.811	2.5	-	26.8	0.33	56	8.50	8.10	76	3.96	0.48	4	0.20	0	262	2.68	32.45	0.70	0.16	0.10	10	7
ниже устья р. Дюкен	69.914	112.808	2.5	-	23.4	0.28	56	8.45	8.20	76	4.84	0.48	4	0.26	0	14	2.52	21.20	0.70	0.16	0.10	10	6
выше устья р. Старой	70.750	112.606	2.5	-	26.3	0.32	56	8.44	7.80	72	4.40	0.48	8	0.16	15	54	2.52	29.50	0.70	0.10	0.14	11	6
Устье р. Старой	70.750	112.612	2.5	-	56.3	0.66	56	8.64	8.10	74	2.64	0.48	2	0.25	0	24	2.04	30.85	0.70	0.10	0.14	11	7

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже устья р. Старой	70.740	112.628	2.5	-	39.9	0.46	56	8.48	7.80	71	3.08	0.48	4	1.62	0	24	2.16	29.70	0.70	0.10	0.14	11	6
выше устья р. М. Куонамка	70.768	113.328	2.5	-	34.0	0.39	52	8.45	6.90	64	3.52	0.48	8	1.85	0	334	2.36	27.20	0.70	0.26	0.12	12	7
Устье р. М. Куонамка	70.770	113.344	2.5	-	147.9	1.73	60	8.67	6.85	69	4.40	0.42	4	0.32	4	24	2.04	44.35	0.70	0.10	0.12	12	7
ниже устья р. М. Куонамка	70.779	113.338	2.5	-	121.5	1.37	59	8.70	7.25	69	3.08	0.48	2	0.30	3	54	2.04	32.60	0.70	0.10	0.12	12	7
выше устья р. Уджа	71.767	114.272	0.3	-	61.3	0.74	58	8.55	6.00	54	3.52	0.56	2	0.27	4	40	2.16	37.70	0.70	0.26	0.22	11	7
Устье р. Уджа	71.771	114.295	0.4	-	41.2	0.46	81	8.44	6.50	60	3.52	0.78	4	1.79	15	76	2.16	41.90	0.70	0.80	0.22	11	7
ниже устья р. Уджа	71.778	114.326	0.5	-	49.0	0.53	77	8.46	7.30	68	4.40	0.70	8	1.68	8	76	2.16	36.90	0.70	0.72	0.22	11	7
выше р. Средняя	72.438	113.992	0.6	-	66.5	0.78	64	8.60	7.60	70	3.08	1.00	8	0.32	47	140	2.52	30.45	0.70	0.94	0.18	14	7
Устье р. Средняя	72.453	114.169	0.7	-	43.1	0.45	75	8.40	7.70	70	3.96	0.78	8	1.06	47	54	2.00	60.15	0.70	1.08	0.18	14	7
ниже р.Средняя	72.458	114.211	0.8	-	58.1	0.65	66	8.54	8.00	73	3.52	0.70	8	1.56	60	84	2.36	31.45	0.70	0.80	0.18	14	7
выше пос. Юрюнг-Хая	72.779	113.316	0.9	-	54.8	0.60	64	8.53	6.80	61	2.64	0.64	4	1.50	10	94	2.16	28.65	0.70	0.46	0.30	20	8
Устье р. Анабар	73.167	113.574	1.0	-	100.6	0.74	52	8.63	7.80	67	3.52	0.64	4	0.30	20	54	1.64	29.05	0.70	0.10	0.16	10	7
Оленёк																							
ниже пос. Оленек	68.438	112.796	4.0	8.0	180.8	2.12	61	7.61	9.61	90	4.40	0.52	14	0.26	1	2	2.64	33.00	0.75	0.04	0.16	9	6
выше р. Силигир	68.340	114.879	4.0	7.6	218.4	2.56	50	7.74	9.88	99	4.40	0.44	10	0.20	1	2	1.34	36.60	0.64	0.02	0.16	9	6

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
р.Силигир, устье	68.362	114.928	4.0	9.2	326.4	3.78	10	8.17	10.97	104	7.48	0.18	10	0.14	1	2	1.16	35.50	0.92	0.00	0.16	9	5
ниже р. Силигир	68.376	114.936	4.0	8.4	311.8	3.52	15	8.08	10.57	102	6.16	0.18	10	0.22	1	2	1.16	35.40	0.70	0.02	0.16	9	6
выше р. Беке	67.960	116.128	4.0	9.2	222.8	2.58	50	7.86	9.60	96	3.96	0.36	10	0.20	1	3	2.30	35.60	0.68	0.02	0.16	9	5
р.Беке, устье	67.946	116.131	4.0	10.4	320.9	3.62	15	8.08	10.55	100	4.40	0.10	10	0.22	1	2	1.34	31.20	0.39	0.00	0.18	10	5
ниже р. Беке	67.927	116.155	4.0	7.2	237.7	2.80	44	7.96	9.45	94	3.52	0.44	10	0.24	1	2	2.16	35.50	0.30	0.00	0.18	10	5
выше р. Чомурдах	68.403	117.110	4.0	11.2	228.1	2.70	54	8.00	9.76	101	3.52	0.44	10	0.18	1	84	2.16	39.50	0.84	0.00	0.18	10	5
р. Чомурдах, устье	68.407	117.100	4.0	9.6	248.3	2.88	47	7.93	9.72	101	3.96	0.44	10	0.18	1	2	2.30	39.10	0.54	0.00	0.18	10	5
ниже р. Чомурдах	68.417	117.085	4.0	11.6	241.4	2.80	52	7.89	9.78	102	3.74	0.36	10	0.14	1	2	2.00	41.65	0.42	0.00	0.16	10	5
выше р. Сухана	68.740	118.076	4.0	10.0	220.5	2.56	56	7.88	9.67	100	5.28	0.44	4	0.18	1	180	2.24	38.80	0.69	0.00	0.16	10	5
р. Сухана, устье	68.749	118.076	4.0	10.4	320.5	3.68	37	8.17	9.29	98	5.28	0.28	4	0.46	1	2	1.32	32.00	0.50	0.00	0.16	10	6
ниже р. Сухана	68.755	118.082	4.0	10.0	260.5	2.98	48	8.10	9.52	99	5.28	0.36	4	0.14	1	2	1.64	30.30	0.67	0.02	0.16	10	5
выше р. Укукит	69.543	118.225	4.0	8.4	234.7	2.70	56	7.96	9.38	101	4.40	0.44	4	0.12	3	188	2.16	36.60	0.37	0.02	0.18	12	5
р. Укукит, устье	69.539	118.186	4.0	7.6	269.9	3.12	59	8.21	9.62	101	3.52	0.36	4	0.18	1	2	1.48	35.10	0.44	0.02	0.18	12	5
ниже р. Укукит	69.548	118.140	4.0	8.8	237.1	2.80	64	8.09	9.58	99	4.40	0.58	4	0.14	3	3	2.00	37.50	0.62	0.00	0.18	12	5
выше р. Мерчимден	70.284	119.238	4.0	8.4	225.8	2.62	59	7.91	9.52	99	3.08	0.58	4	0.12	5	104	2.30	32.30	1.05	0.00	0.18	12	6
р. Мерчимден, устье	70.290	119.255	4.0	10.0	342.6	3.94	43	8.06	8.88	93	6.60	0.28	0	0.14	1	2	2.16	31.00	0.32	0.00	0.16	14	5
ниже р. Мерчимден	70.308	119.262	4.0	9.2	346.9	4.00	39	8.06	9.74	104	5.28	0.28	0	0.36	1	2	1.60	34.00	1.11	0.00	0.16	14	5

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
выше р. Кютюнгде	70.605	122.521	4.0	6.0	224.0	2.60	60	7.95	9.61	98	3.96	0.44	4	0.16	1	2	2.16	31.50	0.79	0.00	0.16	14	6
р. Кютюнгде, устье	70.614	122.551	4.0	8.4	310.3	2.86	48	7.79	9.61	100	3.96	0.52	2	0.14	7	140	2.44	36.80	0.92	0.14	0.16	14	5
ниже р. Кютюнгде	70.621	122.557	4.0	7.2	270.1	2.74	56	7.89	9.40	96	3.52	0.44	0	0.20	7	186	2.44	36.10	0.71	0.02	0.16	14	5
выше р. Бур	71.785	123.737	4.0	11.2	228.2	2.64	58	7.93	9.19	95	3.96	0.58	0	0.22	1	26	2.30	35.55	0.38	0.00	0.18	14	6
р. Бур, устье	71.789	123.698	4.0	6.4	67.5	0.76	66	6.78	9.81	103	2.64	0.74	4	0.42	1	33	1.34	37.45	1.20	0.56	0.18	14	5
ниже р. Бур	71.811	123.683	4.0	7.2	180.7	2.08	56	7.52	9.26	97	4.40	0.74	4	0.16	1	38	1.80	37.50	0.89	0.14	0.18	14	6
выше пос. Таймылыр	72.556	122.049	4.0	5.6	205.5	2.42	56	7.80	9.83	99	3.96	0.58	2	0.20	1	26	2.48	41.50	1.32	0.00	0.28	14	5
Индибирка																							
выше устья р. Неры	64.590	143.225	0.7	5.2	54.5	0.62	20	7.80	9.48	106	3.52	0.40	4	0.06	20	33	2.00	14.80	0.66	0.25	0.24	141	14
устье р. Неры	64.613	143.273	0.7	12.0	57.5	0.70	17	7.50	9.61	105	3.52	0.40	2	0.09	0	13	1.90	14.70	0.65	0.33	0.24	153	12
ниже устья р. Неры	64.628	143.300	0.7	5.2	53.0	0.62	18	7.44	9.72	107	3.08	0.40	2	0.07	0	13	1.90	14.90	1.09	0.25	0.12	113	15
выше устья р. Иньяли	65.235	143.141	0.7	4.8	53.7	0.62	15	7.38	8.90	99	2.64	0.40	4	0.15	10	13	2.00	11.40	0.17	0.25	0.16	134	17
устье р. Иньяли	65.241	143.135	0.6	11.2	64.4	0.70	10	7.58	10.75	100	2.42	0.22	0	0.07	0	19	1.70	8.90	0.40	0.01	0.14	120	13
ниже устья р. Иньяли	65.260	143.155	0.6	4.0	62.2	0.68	10	7.63	10.13	102	1.76	0.31	0	0.10	0	13	1.70	9.20	0.37	0.25	0.08	131	13
правый берег	65.817	142.896	0.6	12.0	58.0	0.70	19	7.63	9.54	102	3.52	0.40	8	0.19	10	13	2.00	14.20	0.05	0.33	0.22	112	14
выше устья р. Мома	66.435	143.168	0.6	6.4	61.9	0.74	10	7.61	9.49	101	2.64	0.40	2	0.22	20	20	2.00	9.60	0.11	0.40	0.08	113	16

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
устье р. Мома	66.445	143.178	0.6	21.6	108.0	1.18	19	7.79	10.73	107	2.64	0.40	17	0.15	20	33	1.90	14.30	1.10	0.33	0.12	114	26
ниже устья р. Мома	66.480	143.150	0.5	12.4	106.2	1.12	14	7.76	9.87	102	2.20	0.54	4	0.10	0	13	1.70	10.30	0.26	0.02	0.02	82	11
выше устья р. Колядин	67.441	142.574	0.5	14.4	92.2	1.00	15	7.88	10.01	98	1.76	0.47	8	0.15	10	13	1.70	12.30	0.30	0.33	0.08	123	12
устье р. Колядин	67.449	142.571	0.5	4.8	128.2	1.14	75	7.65	10.50	91	3.08	0.69	0	0.15	10	19	2.00	42.00	0.99	0.25	0.02	103	13
ниже устья р. Колядин	67.455	142.611	0.5	12.0	85.7	1.00	24	7.88	9.93	97	2.20	0.47	8	0.18	20	33	2.20	19.90	0.27	0.40	0.10	62	13
выше устья р. Селеннях	67.840	144.876	0.2	18.8	90.3	1.04	21	7.75	10.44	102	3.08	0.62	8	0.25	20	33	2.00	19.30	1.17	0.48	0.10	51	13
устье р. Селеннях	67.845	144.917	0.2	7.2	104.6	1.16	40	7.82	10.71	101	2.86	0.54	2	0.15	10	13	1.50	25.30	1.50	0.48	0.22	112	14
ниже устья р. Селеннях	67.842	144.985	0.2	4.8	107.8	1.22	38	7.93	10.53	103	2.64	0.47	2	0.10	10	13	1.30	24.20	1.24	0.02	0.10	99	14
выше устья р. Бадяриха	68.338	146.032	0.2	79.2	97.7	1.06	39	7.77	9.86	97	3.52	0.91	21	0.49	30	69	2.40	24.90	0.49	1.26	0.10	110	14
устье р. Бадяриха	68.346	146.017	0.1	8.0	52.2	0.56	72	7.24	9.45	94	5.72	0.98	13	0.25	10	33	2.00	41.50	1.08	0.74	0.26	107	16
ниже устья р. Бадяриха	68.350	145.998	0.1	21.6	60.9	0.64	72	7.29	9.47	93	4.40	0.84	13	0.24	10	33	2.20	42.30	0.59	0.81	0.10	90	11
фарватер	68.851	147.382	0.1	10.0	90.1	0.98	37	7.43	9.61	95	3.52	0.69	8	0.22	20	33	1.90	24.70	1.18	0.74	0.14	75	13
выше устья р. Б. Эрча	69.558	147.621	0.1	44.8	90.7	1.00	46	7.55	9.00	91	4.40	0.84	17	0.24	30	33	0.50	28.30	0.29	1.15	0.10	95	12
устье р. Б. Эрча	69.571	147.623	0.1	6.4	51.1	0.56	109	7.09	9.60	102	7.48	1.28	21	0.24	0	13	2.50	49.50	1.20	0.91	0.24	85	59

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ниже устья р. Б. Эрча	69.588	147.599	0.1	7.6	52.6	0.58	109	6.99	9.36	100	6.16	1.28	13	0.40	10	13	2.50	50.20	1.31	0.86	0.10	91	30
выше устья р. Аллаиха	70.511	147.683	0.1	130.4	97.2	1.06	55	7.49	9.59	90	2.64	1.58	28	0.25	30	100	2.50	30.80	0.56	1.81	0.10	102	15
устье р. Аллаиха	70.530	147.707	0.1	88.4	80.7	0.86	65	7.47	9.42	92	3.08	1.13	24	0.30	96	168	2.40	32.50	0.92	1.57	0.30	124	23
ниже устья р. Аллаиха	70.530	147.760	0.1	84.8	80.7	0.84	80	7.44	9.36	92	3.08	1.36	28	0.24	120	168	2.50	45.00	0.99	1.93	0.10	86	12
Колыма																							
р. Аян-Юрях 1 км ниже моста через Тенькинскую тарссу	62.521	147.358	2.0	11.2	102.0	1.18	3	6.86	8.74	86	4.84	0.29	2.6	0.08	10	20	1.64	38.70	0.54	0.17	0.32	17	7
р. Колыма 65 км ниже моста	62.185	147.926	1.5	10.4	83.0	0.80	4	7.08	8.90	94	4.40	0.36	13.8	0.05	10	30	1.54	35.60	0.73	0.20	0.30	15	7
Колымское водохранилище (выклинивание)	61.737	148.758	2.7	6.4	111.3	1.16	4	7.23	8.99	96	4.40	0.36	2.6	0.08	10	40	1.54	39.00	0.34	0.23	0.30	15	6
Колымское водохранилище (фарватер)	61.664	148.891	2.3	6.4	113.4	1.26	5	7.20	8.86	97	4.18	0.29	33.8	0.07	0	20	1.54	38.00	0.86	0.17	0.30	15	5
Колымское водохранилище (залив)	61.833	149.551	2.1	6.0	89.8	0.98	14	7.00	9.49	92	4.84	0.50	13.8	0.08	0	30	1.74	38.70	2.90	0.27	0.28	13	5

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Колымское водохранилище	61.983	149.936	2.0	5.2	89.4	1.02	11	6.95	9.26	95	3.96	0.50	6.4	0.07	0	30	1.44	38.60	1.23	0.27	0.28	13	4
Колымское водохранилище (перед плотиной)	62.056	150.381	2.1	5.2	111.8	1.32	14	6.92	7.83	84	3.96	0.36	11.0	0.09	0	20	1.54	38.20	1.23	0.17	0.32	12	4
р. Колыма выше устья р. Бахапча	62.107	150.593	2.2	6.4	98.9	1.06	12	6.93	9.17	101	3.96	0.50	13.8	0.09	0	20	1.54	36.40	1.09	0.17	0.32	12	6
устье р. Бахапча	62.109	150.602	0.4	5.6	94.1	1.08	10	6.93	9.61	96	3.96	0.79	11.0	0.11	70	180	2.44	34.70	1.17	0.94	0.32	12	5
р. Колыма ниже устья р. Бахапча	62.124	150.616	0.5	5.6	83.0	0.92	12	7.04	9.68	97	3.96	0.86	12.6	0.13	70	180	2.64	36.20	0.40	1.10	0.34	12	4
выше устья р. Таскан	62.667	150.887	0.8	5.6	91.5	1.00	10	7.00	8.91	94	4.40	0.57	6.4	0.08	30	90	2.04	35.20	0.95	0.60	0.36	12	4
устье р. Таскан	62.667	150.890	3.0	5.6	202.1	2.50	2	7.49	7.97	78	7.92	0.43	3.4	0.08	0	20	1.64	34.80	0.29	0.16	0.36	10	4
ниже устья р. Таскан	62.666	150.903	1.0	6.0	192.5	2.28	3	7.59	7.21	73	6.60	0.29	2.6	0.07	0	20	1.64	35.40	0.49	0.16	0.36	10	4
выше устья р. Сеймчан	62.921	152.462	3.2	5.2	119.5	1.36	3	7.50	8.31	91	6.16	0.29	3.4	0.07	0	20	1.74	36.20	1.00	0.17	0.34	10	5
устье р. Сеймчан	62.922	152.465	3.0	5.6	138.5	1.68	3	7.61	8.56	92	6.38	0.29	3.4	0.04	0	20	1.34	36.00	0.72	0.16	0.34	12	5
ниже устья р. Сеймчан	62.927	152.498	3.0	5.6	119.5	1.34	5	7.61	8.22	92	6.38	0.43	3.4	0.07	10	30	1.64	36.40	0.98	0.16	0.34	12	4

Приложение 2. (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
выше устья р. Сугой	64.235	154.490	4.0	5.2	109.5	1.22	4	7.59	8.22	93	4.84	0.43	3.4	0.05	0	20	1.64	38.20	0.70	0.16	0.34	12	4
устье р. Сугой	64.241	154.493	3.8	5.6	84.1	0.90	2	7.48	8.36	87	5.50	0.29	3.4	0.03	10	20	1.94	37.80	0.04	0.16	0.34	13	4
ниже устья р. Сугой	64.259	154.489	3.8	5.2	86.8	0.90	2	7.41	8.01	85	4.84	0.29	26.2	0.03	0	20	1.84	38.60	0.22	0.16	0.36	15	4
выше устья р. Коркодон	64.726	153.973	3.5	5.2	86.3	0.88	3	7.24	8.73	103	4.62	0.43	2.6	0.04	0	20	1.64	36.10	0.61	0.16	0.36	15	4
устье р. Коркодон	64.730	153.973	3.5	5.2	90.7	0.94	7	7.30	8.44	97	5.06	0.36	23.8	0.03	0	40	1.64	36.40	0.32	0.16	0.36	15	4
ниже устья р. Коркодон	64.735	153.965	3.5	5.2	98.6	0.96	6	7.30	8.02	92	4.84	0.36	23.8	0.04	0	20	1.74	36.70	0.51	0.16	0.36	15	4
выше устья р. Поповка	65.228	151.620	3.5	5.6	90.7	0.98	3	7.25	8.65	99	4.62	0.36	2.6	0.03	10	40	1.74	35.70	0.10	0.16	0.32	12	5
устье р. Поповка	65.225	151.584	3.1	5.2	130.5	1.54	5	7.70	9.01	104	4.62	0.50	2.6	0.09	10	30	1.14	35.20	0.21	0.20	0.32	12	5
ниже устья р. Поповка	65.226	151.571	3.1	5.2	130.3	1.48	3	7.76	8.62	99	3.96	0.29	3.4	0.08	10	30	1.34	34.80	0.27	0.20	0.32	12	5
выше устья р. Ожогина	66.216	151.085	2.7	5.2	142.5	1.66	3	7.76	8.78	99	4.40	0.29	3.4	0.06	10	40	1.54	35.10	0.27	0.27	0.32	9	5
устье р. Ожогина	66.219	151.094	0.5	5.2	170.3	1.92	10	7.43	8.24	95	5.50	0.79	11.0	0.11	90	280	1.24	35.60	0.30	1.60	0.32	9	5
ниже устья р. Ожогина	66.229	151.121	0.8	5.2	145.8	1.48	10	7.45	8.12	93	4.84	0.79	11.0	0.08	70	230	1.24	34.80	0.22	1.60	0.32	9	5
выше устья р. Седёдема	67.081	153.031	2.0	5.2	143.4	1.64	7	7.68	9.03	99	4.40	0.36	3.4	0.04	10	60	1.34	36.40	0.18	0.77	0.32	9	5

Приложение 2. (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
устье р. Седёдема	67.095	153.029	1.5	5.2	117.1	1.08	30	6.98	7.97	88	4.40	0.79	8.8	0.28	50	230	1.54	36.20	1.94	0.60	0.30	9	4
ниже устья р. Седёдема	67.111	153.051	1.0	5.2	114.1	1.04	27	7.03	8.54	93	4.40	0.86	8.8	0.16	50	230	1.44	36.80	1.97	0.60	0.30	12	5
выше устья р. Осетровки	67.946	156.423	1.7	5.2	124.0	1.34	7	7.60	9.34	90	4.40	0.50	8.8	0.05	10	80	1.34	35.20	0.05	0.27	0.30	12	4
устье р. Осетровки	67.946	156.441	1.6	5.2	129.9	1.42	7	7.52	9.07	93	3.96	0.43	3.4	0.09	20	80	1.24	35.40	0.33	0.20	0.30	12	4
ниже устья р. Осетровки	67.952	156.451	1.8	5.6	120.4	1.26	5	7.28	9.38	97	3.74	0.50	8.8	0.22	30	180	1.24	35.60	0.13	0.20	0.30	12	5
выше устья р. Омолон	68.719	158.664	1.9	5.2	126.1	1.34	5	7.60	9.84	101	5.28	0.57	8.8	0.01	20	80	1.34	34.90	0.58	0.27	0.30	14	5
устье р. Омолон	68.702	158.701	3.0	5.2	68.4	0.70	3	7.64	10.52	99	3.96	0.64	6.4	0.02	10	40	1.64	35.00	0.11	0.20	0.36	14	4
ниже устья р. Омолон	68.702	158.722	1.9	5.2	92.0	1.00	3	7.48	10.63	105	3.52	0.79	13.8	0.16	110	380	2.04	35.40	0.28	1.60	0.36	14	4
выше устья р. Анюй	68.512	160.889	1.4	5.6	124.0	1.34	3	7.63	10.30	101	5.28	0.57	8.8	0.08	10	120	1.34	38.20	0.83	0.16	0.36	14	4
устье р. Б. Анюй	68.465	160.800	2.5	6.0	94.5	1.06	5	7.55	10.60	105	3.96	0.57	8.8	0.07	10	180	1.44	37.90	1.09	0.43	0.36	14	4
ниже устья р. Анюй	68.507	160.975	1.4	5.6	90.3	1.02	7	7.26	9.89	98	3.96	0.64	8.8	0.22	40	180	1.44	38.20	0.89	0.77	0.36	14	4

Приложение 3.

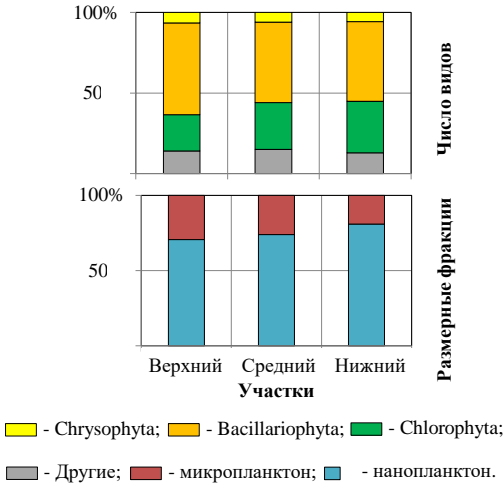


Рис. 1. Изменение пропорции видового богатства ведущих отделов водорослей и численности размерных фракций фитопланктона на различных участках р. Яны

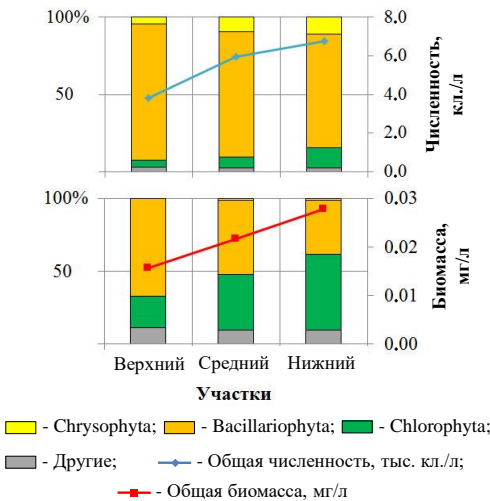


Рис. 2. Изменение ценотической пропорции ведущих отделов, а также общей численности и биомассы фитопланктона на различных участках р. Яны (исключая дельту)



Приложение 3. (продолжение)

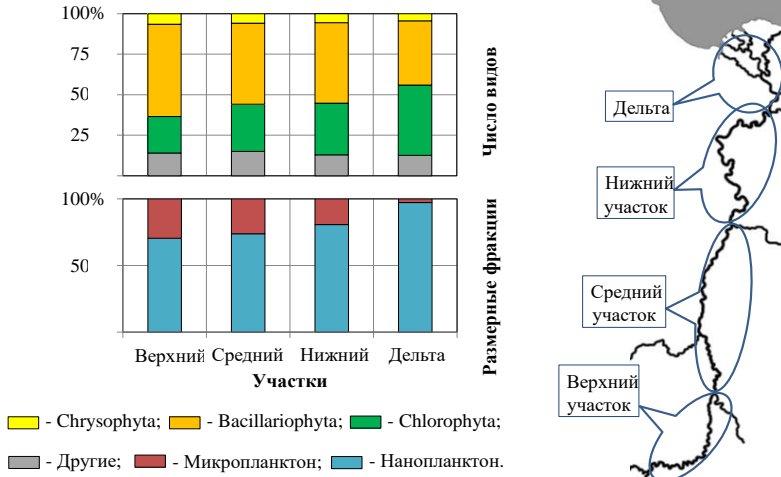


Рис. 3. Изменение пропорции видового богатства ведущих отделов и численности размерных фракций фитопланктона на различных участках р. Яны.

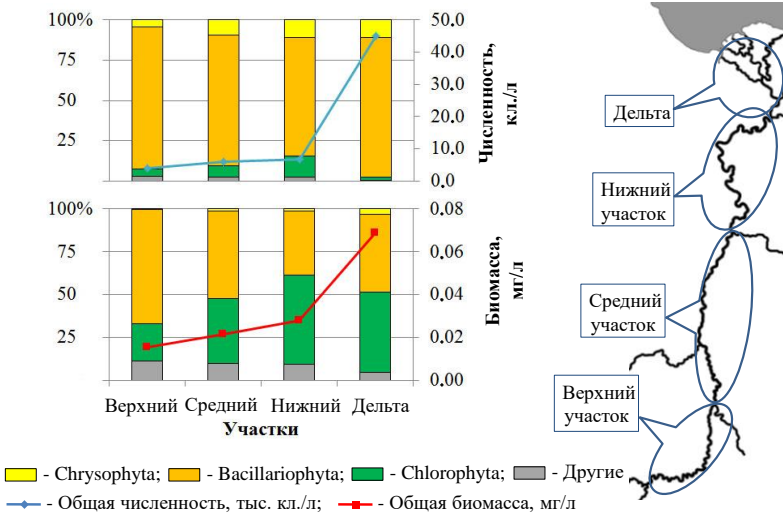


Рис. 4. Изменение ценотической пропорции ведущих отделов, а также общей численности и биомассы фитопланктона на различных участках р. Яны

Приложение 3. (продолжение)

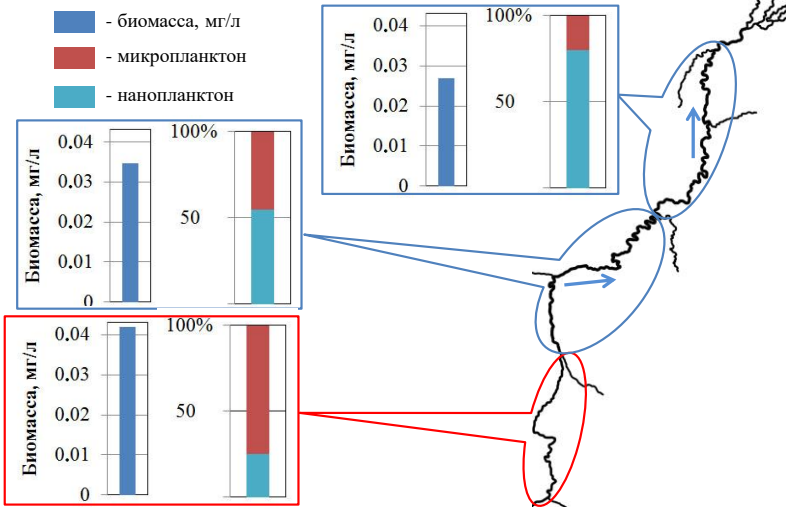


Рис. 5. Средняя биомасса (левый столбик) и пропорция численности nano-и микропланктона (правый столбик) на различных участках р. Индигирки (красным выделен горный участок реки).

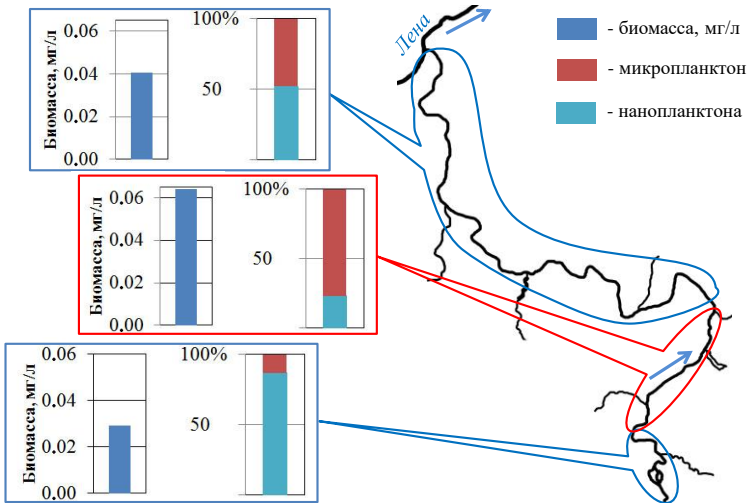


Рис. 6. Средняя биомасса (левый столбик) и пропорция численности nano-и микропланктона (правый столбик) на различных участках р. Витим (красным выделен горный участок реки).

Приложение 3. (продолжение)

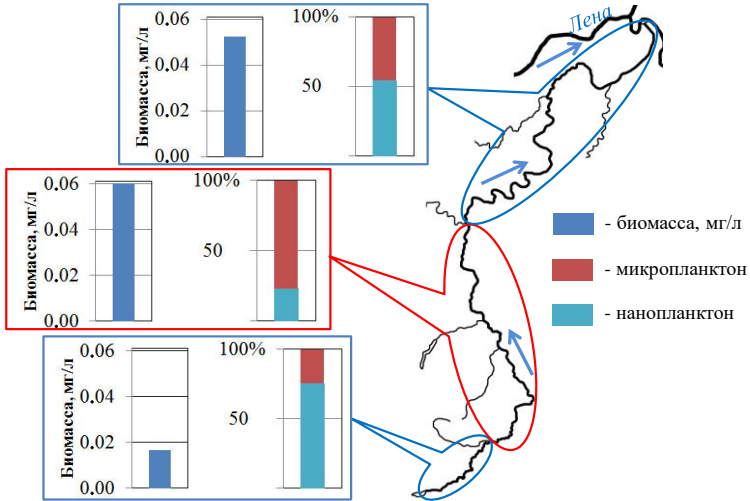


Рис. 7. Средняя биомасса (левый столбик) и пропорция численности nano-и микропланктона (правый столбик) на различных участках р. Чары (красным выделен горный участок реки).

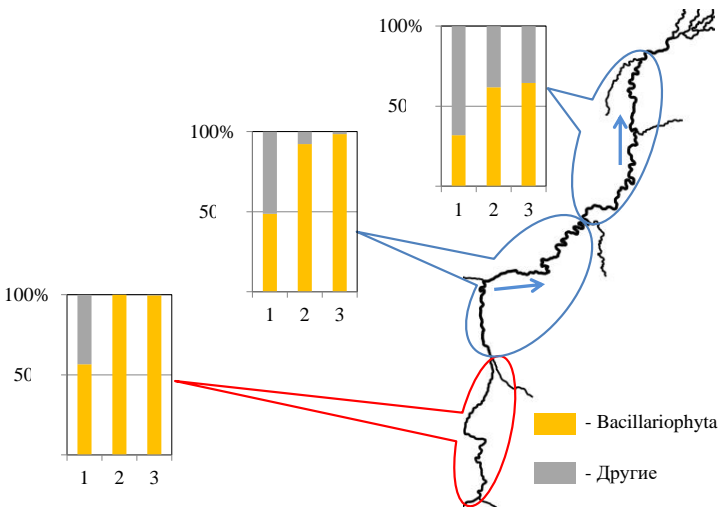


Рис. 8. Доля Bacillariophyta в общем числе видов (1), средней численности (2) и биомассе (3) фитопланктона на различных участках р. Индикирки (красным выделен горный участок реки)

Приложение 3. (продолжение)

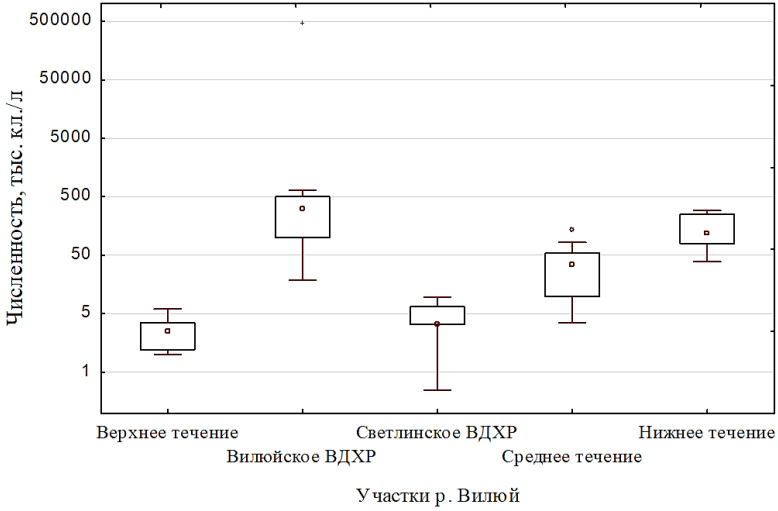


Рис. 11. Распределение численности фитопланктона различных участков реки Вилюй

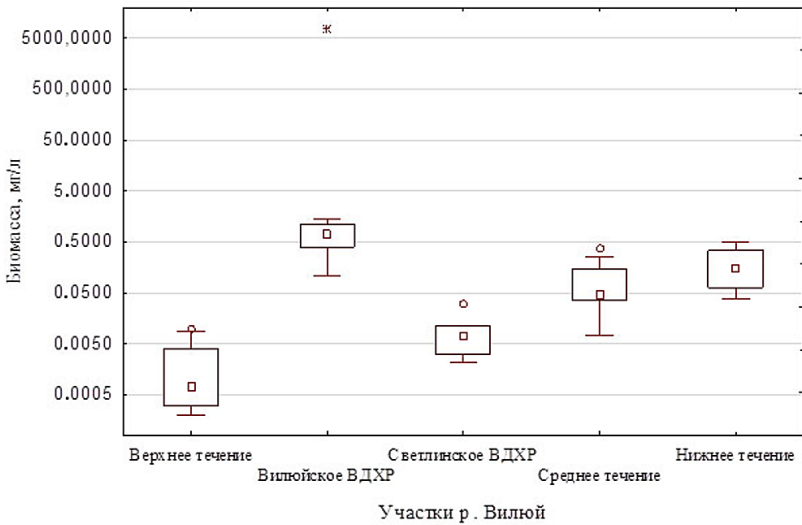


Рис. 12. Распределение биомассы фитопланктона различных участков реки Вилюй

Приложение 3. (продолжение)

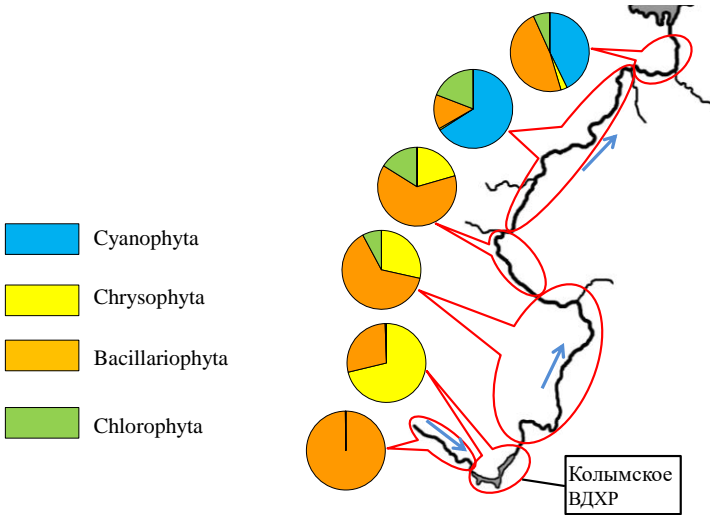


Рис.13. Пропорция численности основных таксономических групп фитопланктона различных участков р. Колымы.

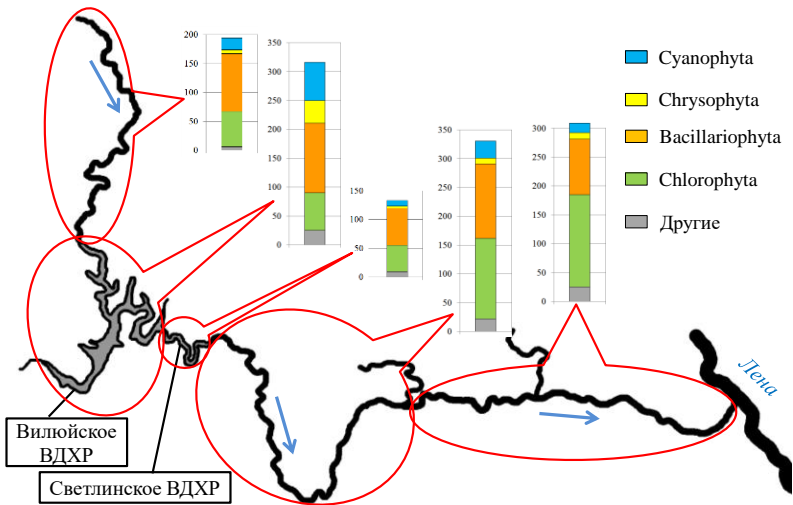


Рис. 14. Таксономический состав флоры планктона различных участков реки Вилюй (на оси ординат - число видов)

Приложение 3. (продолжение)



Рис. 15. Космоснимок участка «А» реки Витим

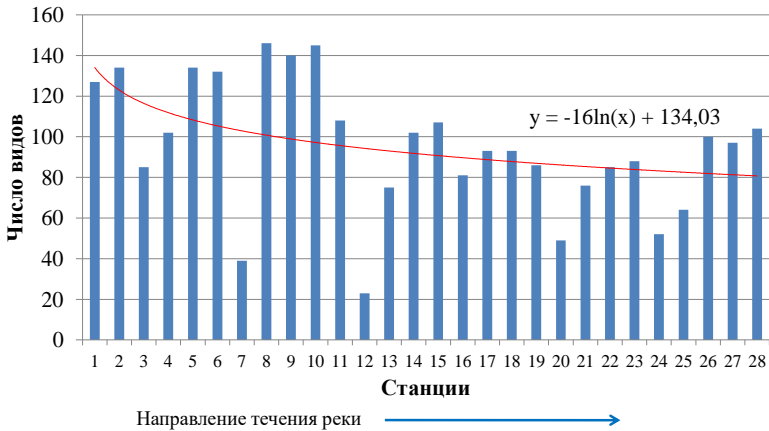


Рис. 16. Изменение видового богатства фитопланктона на различных станциях р. Витим по направлению к устью

Приложение 3. (продолжение)

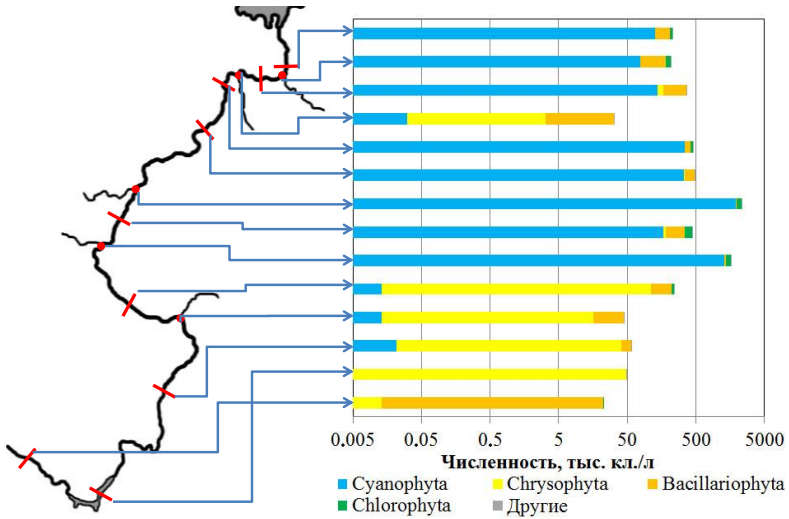


Рис. 17. Изменение численности фитопланктона основного русла р. Колымы и устьевых участков наиболее крупных притоков

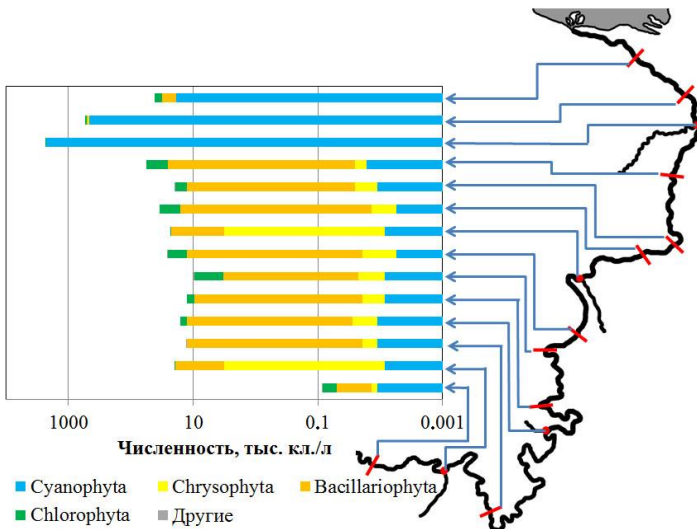


Рис. 18. Изменение численности фитопланктона русловой части р. Оленок и устьевых участков наиболее крупных притоков

Приложение 3. (продолжение)

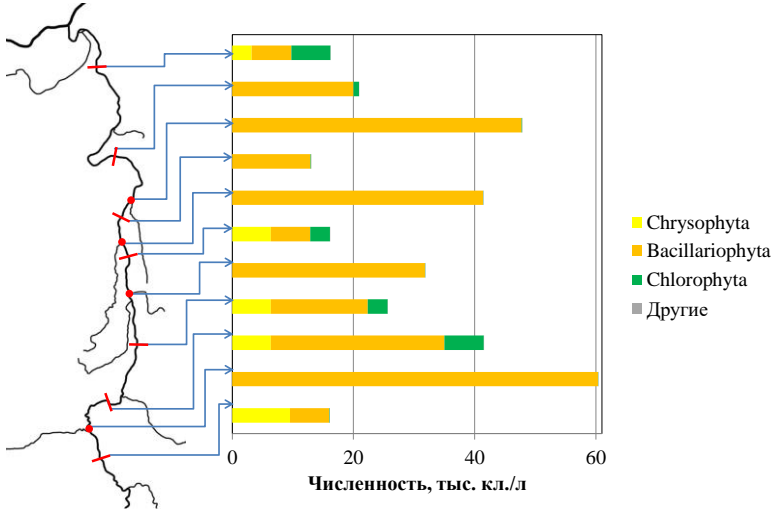


Рис. 19. Изменение численности фитопланктона основного русла р. Олёкмы и из устьевых участков наиболее крупных притоков

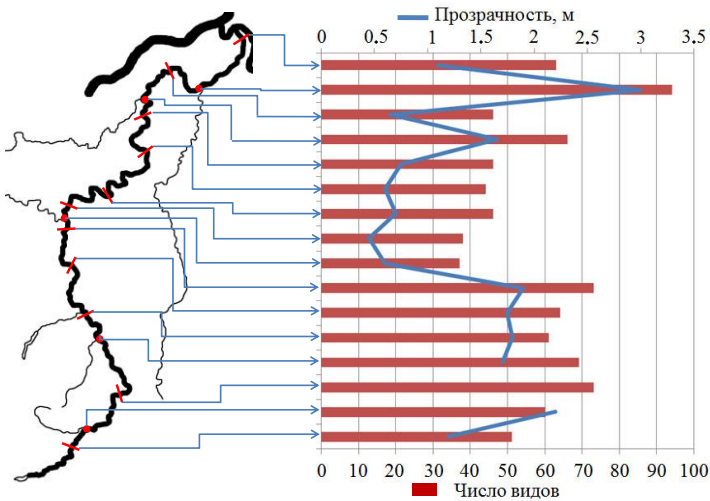


Рис. 20. Изменение числа видов фитопланктона основного русла р. Чары и устьевых участков наиболее крупных притоков

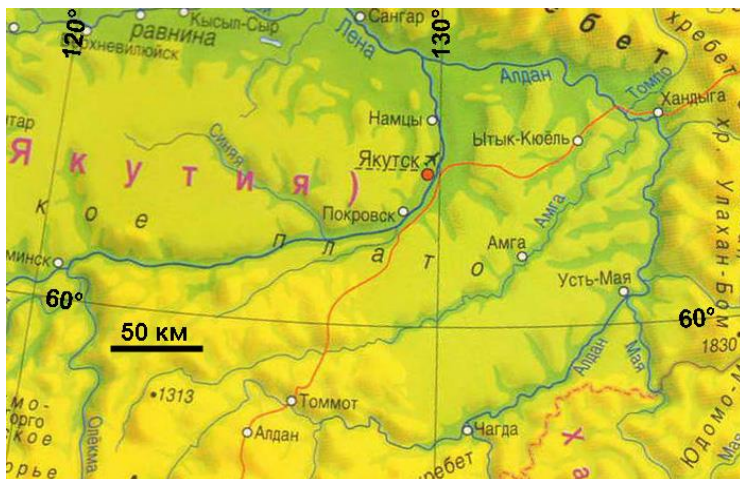


Рис. 21. Река Амга на карте Якутии

Схема 22. Соотношение ведущих отделов во флоре планктона рек Амга, Колыма и Индигирка по пунктам наблюдений

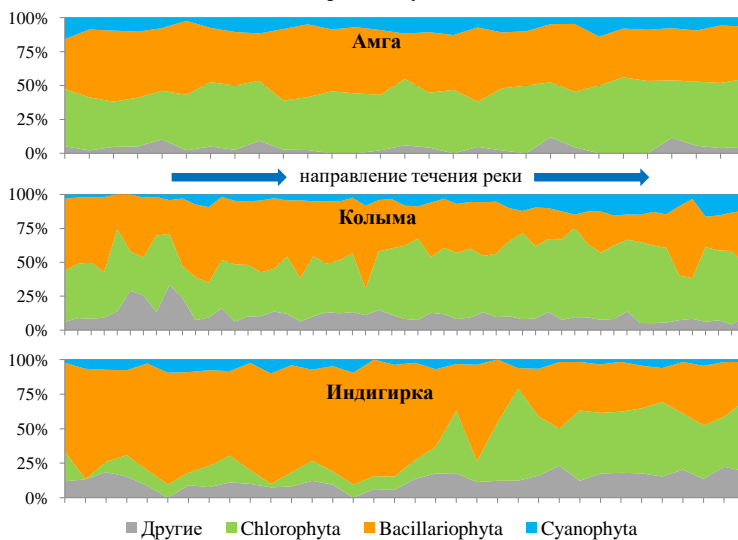


Фото на переплѣте: среднее течение р. Индигирки на фоне отрогов хребта Черского. Передняя створка: *Micrasterias apiculata* var. *brachyptera*, *Pediastrum boryanum* var. *cornutum*, *Pediastrum duplex*, *Pandorina charkoviensis*, *Ceratium hirundinella*, *Euastrum verrucosum* var. *reductum*. Задняя створка: *Phacus longicauda*, *Xanthidium cristatum* var. *uncinatum*, *Euglena oxyuris*, *Closterium moniliferum*, *Phacus longicauda* var. *tortus*, *Scenedesmus obliquus*, *Coelastrum astroideum*, *Pediastrum duplex* var. *subgranulatum*. (фото В.А. Габышева).

*Габышев Виктор Александрович,
Габышева Ольга Ивановна*

ФИТОПЛАНКТОН КРУПНЫХ РЕК ЯКУТИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Монография

Подписано в печать 08.01.18. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 25,875. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, оф. 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3.

ISBN 978-5-4379-0567-8

